IRB 140

Industrial Robot

MAIN APPLICATIONS
Arc welding
Assembly
Cleaning/Spraying
Machine tending
Material handling
Packing
Deburring



Small, Powerful and Fast

Compact, powerful IRB 140 industrial robot. Six axis multipurpose robot comprising IRB 140 manipulator and S4Cplus industrial robot controller. Handles payload of 5kg, with long reach (810 mm) of axis 5, optional floor, wall and suspended mounting. Available as Standard, Foundry, Clean Room and Wash versions, all mechanical arms completely IP67 protected, making IRB 140 easy to integrate in and suitable for a variety of applications. Uniquely extended radius of working area due to bend-back mechanism of upper arm, axis 1 rotation of 360 degrees and flexible mounting capabilities.

The compact, robust design with integrated cabling adds to overall flexibility. The Collision Detection option with full path retraction makes robot reliable and safe.

Using IRB 140T, cycle-times are considerably reduced where axis 1 and 2 predominantly are used.

Reductions between 15-20 % are possible using pure axis 1 and 2 movements.

This faster versions is well suited for packing applications and guided operations together with PickMaster.

IRB Foundry Plus and Wash versions are suitable for operating in extreme foundry environments and other harch environments with high requirements on corrosion resistance and tightness. In addition to the IP67 protection, excellent surface treatment makes the robot high pressure steam washable. The white-finish Clean Room version meets Clean Room class 10 regulations, making it especially suited for environments with stringent cleanliness standards.

The S4Cplus controller has the electronics for controlling the robot manipulator, external axes and peripheral equipment. S4Cplus also contains system software with all basic functions for operating and programming, including two built-in Ethernet channels with 100 Mbit/s capacity. This ensures a significant increase in computing power as well as improved controller monitoring and supervision.



IRB 140

Industrial Robot

TECHNICAL DATA, IRB 140 INDUSTRIAL ROBOT

SPECIFICATION

Robot versions	Handling capacity	Reach of 5th axis	Remarks	Standard colour
IRB 140/IRB 140T	5 kg	810 mm		Orange
IRB 140F/IRB 140TF	5 kg	810 mm	Foundry Plus Protection	Orange
IRB 140CR/IRB 140TCR	5 kg	810 mm	Clean Room,	White
IRB 140W/IRB 140TW	5 kg	810 mm	Wash Protection	White

Supplementary load (on upper arm alt. wrist)	
on upper arm	1 kg
on wrist	0.5 kg
Number of axes	
Robot manipulator	6
External devices	6
Integrated signal supply	12 signals on upper arm
Integrated air supply	Max. 8 bar on upper arm

PERFORMANCE

Position repeatability	0.03 mm (average result from ISO test)
Axis movement	
Axis	Working range
1, C Rotation	360°
2, B Arm	200°
3, A Arm	280°
4, D Wrist	Unlimited (400° default)
5, E Bend	240°
6, P Turn	Unlimited (800° default)
Max. TCP velocity	2.5 m/s
Max. TCP acceleration	20 m/s²
Acceleration time 0-1 m/s	0.15 sec

VELOCITY

Axis no.	IRB 140	IRB 140T
1	200°/s	250°/s
2	200°/s	250°/s
3	260°/s	260°/s
4	360°/s	360°/s
5	360°/s	360°/s
6	450°/s	450°/s

CYCLE TIME

5 kg Picking side	IRB 140	IRB 140T
cycle 25 x 300 x 25 mm	0,85s	0,77s

ELECTRICAL CONNECTIONS

Supply voltage	200–600 V, 50/60 Hz
Rated power	
Transformer rating	4.5 kVA

PHYSICAL

Robot mounting	Any angle
Dimensions	
Robot base	400 x 450 mm
Robot controller H x W x D	950 x 800 x 620 mm
Weight	
Robot manipulator	98 kg
Robot controller	250 kg

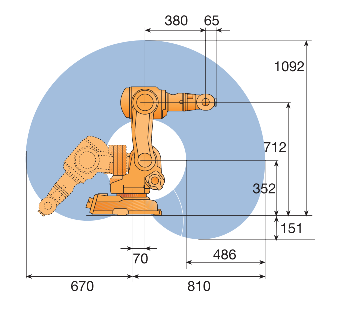
ENVIRONMENT

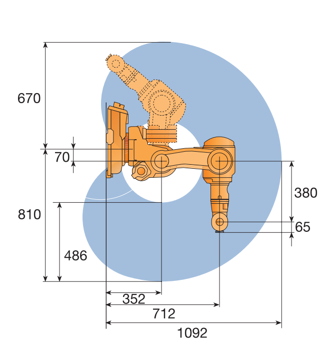
Ambient temperature	
Robot manipulator	5 – 45°C
Robot controller	5 – 52°C
Relative humidity	Max. 95%
Degree of protection, Manipulator	IP67
Foundry/Wash	High pressure steam washable
Clean Room	Class 10 (Federal Standard)/ class 4 (ISO)
Noise level	Max. 70 dB (A)
Safety	Double circuits with supervision, emergency stops and safety functions, 3-position enable device
Emission	EMC/EMI-shielded

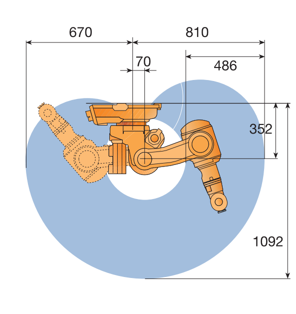
Data and dimensions may be changed without notice

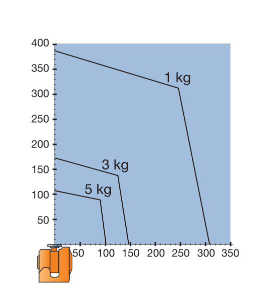


WORKING RANGE AND LOAD DIAGRAM









PR10031EN_R5 September 2003. Produced by ABB Västerås Sweden.

www.abb.com/robotics



Sicherheit

1 Allgemeines

Diese Informationen über Sicherheit behandeln Funktionen, die mit dem Betrieb eines Industrieroboters zu tun haben.

Die Informationen umfassen weder Ratschläge für die Konstruktion, Installation und den Betrieb eines kompletten Systems noch werden alle Peripheriegeräte erfaßt, welche die Sicherheit des gesamten Systems beeinflussen können.

Um das Personal zu schützen, muß das gesamte System entsprechend den Unfallverhütungsvorschriften der Berufsgenossenschaften und der Landesnormen konstruiert und installiert werden.

Die Benutzer von ABB-Industrierobotern tragen die Verantwortung, daß alle zutreffenden Gesetze und Regeln im entsprechenden Land befolgt werden und daß die für den Schutz von im Robotersystem arbeitenden Personen getroffenen Sicherheitsvorkehrungen korrekt konstruiert und installiert wurden.

Mit Industrierobotern arbeitende Personen müssen mit Betrieb und Handhabung des Roboters entsprechend den zuständigen Dokumenten vertraut sein, d.h. **Benutzerhandbuch und Produkthandbuch**.



Die Disketten, die das Steuerungsprogramm des Robotersystems beinhalten, dürfen unter keinen Umständen verändert werden, da dies zu einer Deaktivierung von Sicherheitsfunktionen, wie z.B. der reduzierten Geschwindigkeit, führen kann.

1.1 Einführung

Außer den eingebauten Sicherheitsfunktionen ist der Industrieroboter mit einer Schnittstelle für den Anschluß an externe Sicherheitseinrichtungen versehen.

Über diese Schnittstelle kann eine externe Sicherheitsfunktion eine Wechselwirkung zwischen anderen Maschinen und Peripheriegeräten auslösen. Dies bedeutet, daß Steuerungssignale auf Sicherheitssignale von Peripheriegeräten sowie vom Roboter reagieren können.

Das **Produkthandbuch** enthält unter *Installation* Anweisungen für den Anschluß von Sicherheitsgeräten zwischen Roboter und Peripheriegeräten.

2 Anzuwendende Sicherheitsnormen

Der Roboter entspricht den Anforderungen von ISO 10218, Jan. 1992, Sicherheit eines Industrieroboters. Der Roboter erfüllt außerdem die Anforderungen von ANSI/RIA 15.06-1999.

3 Brandbekämpfung



Zur Brandbekämpfung bei einem Roboter (Manipulator oder Steuerung) ist ein Kohlesäurelöscher zu benutzen.

4 Definition der Sicherheitsfunktionen

NOT-AUS - IEC 204-1, 10.7

Ein Zustand, welcher alle Bedienelemente des Roboters übersteuert, die Stromversorgung aller Achsstellglieder ausschaltet sowie alle beweglichen Teile und Peripheriegeräte stillsetzt.

Zustimmungsschalter - ISO 11161, 3.4

Ein von Hand betätigter Schalter mit drei Stellungen, der bei dauernder Betätigung in nur einer Position gefährliche Funktionen zuläßt, jedoch diese nicht einleiten kann. In jeder anderen Position können gefährliche Funktionen sicher gestoppt werden.

Sicherheitsabschaltung - ISO 10218 (EN 775), 6.4.3

Der Sicherheitshalt wird verwandt, um das in der Betriebsart „MOTOREN EIN“ befindliche Robotersystem zu stoppen. Die Signaleingänge erlauben den sicheren Anschluß externer Sicherheitseinrichtungen und Verriegelungen. Bei ausgelöstem Sicherheitshalt wird das Schalten auf „MOTOREN EIN“ blockiert. Ein Zurücksetzen des Sicherheitshalts allein löst noch keine Bewegung aus.

Reduzierte Geschwindigkeit - ISO 10218 (EN 775), 3.2.17

Eine vom Hersteller des Roboters fest vorgegebene Sicherheitsfunktion, durch welche die Geschwindigkeit des Roboters automatisch begrenzt wird, so daß Personen genug Zeit haben sich entweder von den gefahrbringenden Bewegungen zurückzuziehen, oder den Roboter stillzusetzen.

Verriegelung (der Schutzeinrichtungen) - ISO 10218 (EN 775), 3.2.8

Eine Funktion, welche Schutzeinrichtungen oder Geräte mit dem Steuerungssystem und/oder Stromversorgungssystem des Roboters und der zugehörigen Einrichtungen verbindet.

Tippbetrieb - ISO 10218 (EN 775), 3.2.7

Die Funktion „Tippbetrieb“ sorgt dafür, daß Bewegungen nur solange erfolgen, wie diese Taste manuell betätigt wird. Das Loslassen der Taste bewirkt das unmittelbare stoppen der Bewegung.

5 Sichere Arbeitsvorgänge

Es müssen sichere Arbeitsvorgänge verwendet werden, um Verletzungen zu verhüten. Keine Sicherheitseinrichtung oder kein Sicherheitsstromkreis darf jemals geändert oder aufgehoben werden.

5.1 Normaler Betrieb

Der normale Automatikbetrieb muß außerhalb der Schutzeinrichtungen gesteuert werden.

6 Programmierung, Prüfung und Wartung

Der Roboter arbeitet auch bei langsamer Geschwindigkeit wuchtig und kraftvoll. Beim Betreten des Arbeitsraums eines Roboters müssen die Sicherheitsvorschriften des betroffenen Landes eingehalten werden.

Bediener müssen wissen, daß ein Roboter unerwartete Bewegungen durchführen kann. Einem programmierten Warten kann eine plötzliche schnelle Bewegung folgen. Die Bediener müssen außerdem wissen, daß auch externe Signale das Programm des Roboters derart beeinflussen können, daß gewisse Bewegungen sich ohne Warnung ändern.



Sind innerhalb des Arbeitsumfangs des Roboters Arbeiten durchzuführen, dann sind nachstehende Punkte unbedingt zu beachten:

- Der Betriebsartenwahlschalter der Steuerung muß auf Einrichten (Handbetrieb) stehen, um den Zustimmungsschalter wirksam zu machen und den Betrieb über eine Computerverbindung oder ein Fernsteuerfeld zu blockieren.
- Die Geschwindigkeit des Roboters ist auf max. 250 mm/s begrenzt, wenn der Betriebsartenwahlschalter in der Position Einrichten (Handbetrieb / < 250 mm/s) steht. Dies ist die normale Position für das Betreten des Arbeitsraums. Die Position 100 % – volle Geschwindigkeit – darf nur von ausgebildetem Personal verwendet werden, das mit den entsprechenden Gefahren vertraut ist.



- **Ändern Sie nicht den Parameter “Getriebe Verhältnis” oder andere Kinematikparameter über das Programmiergerät oder mit einem PC. Diese Änderung beeinflußt die Sicherheitsfunktion -*Reduzierte Geschwindigkeit 250 mm/s*-.**
- Während der Programmierung und Prüfung ist der Zustimmungsschalter loszulassen, sobald sich der Roboter nicht mehr zu bewegen braucht.



Die Funktion des Zustimmungsschalters darf niemals auf irgendeine Weise aufgehoben werden.

- Programmierer müssen stets das Programmiergerät mit sich führen, wenn sie durch die Sicherheitstür den Arbeitraum des Roboters betreten, damit niemand anders die Steuerung des Roboters ohne ihr Wissen übernehmen kann.

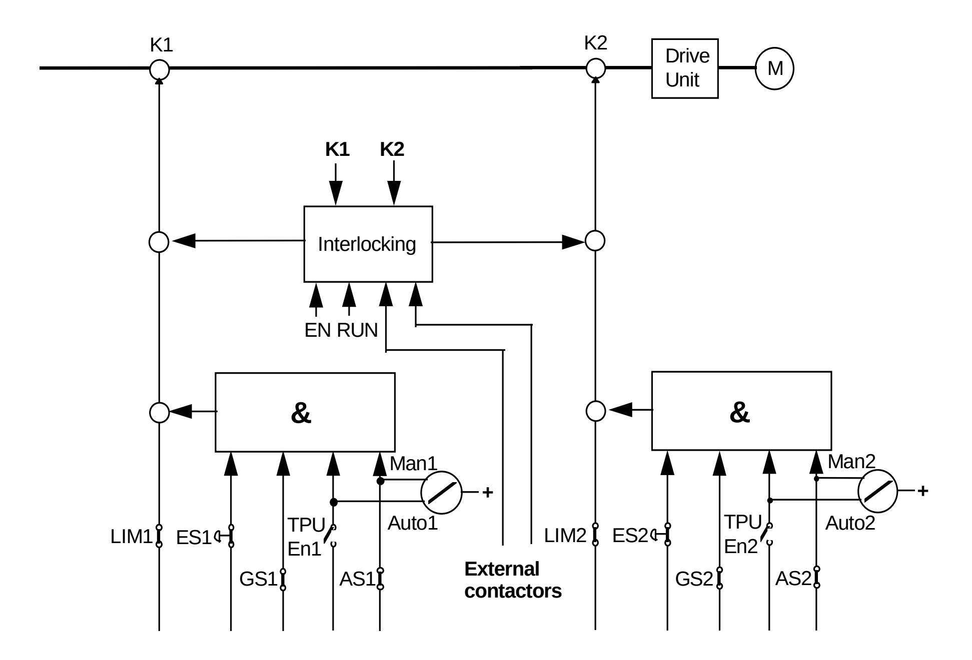
7 Sicherheitsfunktionen

7.1 Die sicherheitstechnische Ausrüstung des Roboters

Die sicherheitstechnische Ausrüstung beruht auf doppelten elektrischen Schaltkreisen, die eine Wechselwirkung mit dem Computer des Roboters haben und das Einschalten der Motoren erlauben.

Die elektrischen Sicherheitskreise bestehen aus mehreren Schaltern, die so angeschlossen werden, daß alle geschlossen sein müssen, bevor es möglich ist, die Stromversorgung der Motoren einzuschalten und die Motoren zu starten.

Öffnet im Zustand MOTOREN EIN einer der Kontakte im diesem Sicherheitskreis, erfolgt das Ausschalten der Motoren zurück in den Zustand MOTOREN AUS. Dies bedeutet, daß die Stromversorgung der Motoren ausgeschaltet und die Bremsen aktiviert werden.



Der Status des Betriebsartenwahlschalters wird durch LED´s auf dem Bedienfeldmodul im Schaltschrank angezeigt und kann auf der Anzeige des Programmiergerätes (E/A Fenster) dargestellt werden.

Wenn ein Kontakt des Sicherheitsstromkreises geöffnet ist, schaltet der Roboter stets auf MOTOREN AUS.

Nach einem derartigen Stillsetzen muß der das Anhalten bewirkende Schalter zurückgestellt werden, bevor der Roboter wieder angefahren werden kann.

Das Zeitgrenze für die zyklische Zentralüberwachung des zweikanaligen Sicherheitskreises liegt zwischen 2 und 4 Sekunden.



Die Sicherheitskreise dürfen nie aufgehoben oder auf irgendeine Art und Weise geändert werden.

7.2 NOT-AUS-Schalter

Der Not-Aus-Schalter ist zu betätigen, sobald Personen oder Einrichtungen gefährdet sind. Nothalttasten sind auf dem Bedienfeld des Roboter-Steuerungssystems und auf dem Programmiergerät vorgesehen.

Externe Not-Aus-Schalter (Tasten usw.) können durch den Benutzer mit den Sicherheitskreisen verbunden werden (siehe Wartungshandbuch/*Installation*). Diese Verbindung muß den für NOT-AUS-Einrichtungen vorgesehenen Normen entsprechen.

Vor Inbetriebnahme des Roboters sind alle Nothalttasten oder andere Sicherheitseinrichtungen durch den Benutzer zu prüfen, um ihre korrekte Funktion sicherzustellen.



Vor dem Wiedereinschalten der Motoren den Grund für das Stillsetzen auffinden und den Fehler beseitigen.

7.3 Wahl der Betriebsart mit Hilfe des Betriebsartenwahlschalters

Die Sicherheitsvorschriften für Industrieroboter entsprechend ISO/DIS 10218 verlangen die Wahl von genau definierten Betriebsarten durch Steuergeräte.

Eine automatische und zwei manuelle Betriebsarten stehen zur Verfügung:



Handbetrieb:
< 250 mm/s - Höchstgeschwindigkeit beträgt 250 mm/s
100% - volle Geschwindigkeit



Automatikbetrieb: Der Roboter kann durch Fernsteuergerät betrieben werden.

Handbetrieb mit „< 250 mm/s“ oder „100 %“ muß angewählt werden, bevor jemand den Arbeitsraum des Roboters betritt. Der Betrieb des Roboters darf ausschließlich nur mit Hilfe des Programmiergeräts erfolgen. Bei „100 %“ ist es zwingend erforderlich, die Zustimmungschalter zu verwenden.

Bei Automatikbetrieb steht der Schlüsselschalter in Position und alle Sicherheitsvorkehrungen an Türen, Toren, Lichtschranken, Lichtstrahlen und sensitiven Matten sind aktiviert. Niemand darf den Arbeitsraum des Roboters betreten. Alle Steuergeräte darunter Nothalttasten, Bedienfeld und Steuerschrank müssen von außerhalb des Arbeitsraums leicht zugänglich sein.

Programmierung und Prüfung mit reduzierter Geschwindigkeit

Verfahrbewegungen des Roboters mit reduzierter Geschwindigkeit können wie folgt durchgeführt werden

- Betriebsartenwahlschalter auf < 250 mm/s einstellen.
- Programme können nur mit Hilfe des Programmiergeräts gestartet werden, wenn der Zustimmungsschalter aktiviert ist.

In dieser Betriebsart ist die Sicherheitsfunktion im Arbeitsraum für Automatikbetrieb nicht aktiviert.

Prüfung mit voller Geschwindigkeit

Verfahrbewegungen des Roboters mit programmierter Geschwindigkeit können wie folgt durchgeführt werden:

- Betriebsartenwahlschalter auf „100 %“ einstellen.
- Programme können nur mit Hilfe des Programmiergeräts gestartet werden, wenn der Zustimmungsschalter aktiviert ist.

Zum „Tippbetrieb“ muß die Tippbetriebtaste betätigt werden. Das Loslassen der Taste setzt den Programmablauf still.



Die Betriebsart „100 %“ darf nur durch ausgebildete Personen verwendet werden. Die gesetzlichen Vorschriften des Landes, in welchem der Roboter arbeitet, sind stets zu befolgen.

Automatikbetrieb

Das Starten von Automatikbetrieb erfordert die nachstehenden Voraussetzungen:

- Einstellung des Schlüsselschalters auf 
- Einschalten der Motoren.

Der Programmablauf kann auf dem Programmiergerät oder einem angeschlossenen Fernsteuergerät eingeleitet werden. Diese Funktionen sind entsprechend der anzuwendenden Sicherheitsanweisungen verriegelt und der Bediener muß sich stets außerhalb des abgesicherten Raums befinden:

7.4 Zustimmungsschalter

Wenn der Betriebsartenwahlschalter auf Handbetrieb „< 250 mm/s“ oder Handbetrieb mit voller Geschwindigkeit „100 %“ steht, können die Motoren des Roboters durch Betätigen des Zustimmungsschalters gestartet werden.

Sollten die Motoren aus irgendeinem Grund während der Betätigung des Zustimmungsschalters anhalten, ist dieser loszulassen, bevor der Roboter wieder eingeschaltet werden kann. Diese Sicherheitsfunktion soll vermeiden, die Funktion des Zustimmungsschalter aufzuheben.

Beim Loslassen des Zustimmungsschalters werden die Motoren ausgeschaltet und die Bremsen angelegt, d.h. der Roboter befindet sich wieder im Stillstand.

Bei erneutem Betätigen des Zustimmungsschalters werden die Motoren des Roboters wieder eingeschaltet, eine Bewegung muß jedoch zusätzlich gestartet werden.

7.5 Tippbetrieb

Diese Funktion ist aktiviert, wenn der Betriebsartenwahlschalter in der Position Handbetrieb mit voller Geschwindigkeit „**100 %**“ steht. Mit Hilfe eines Systemparameters kann man diese Funktion auch für die Betriebsart „**Einrichten**“ aktivieren.

Wenn der Tippbetrieb aktiviert ist, müssen der Zustimmungsschalter und die Tippbetriebtaste auf dem Programmiergerät betätigt werden, um ein Programm ablaufen zu lassen. Beim Loslassen des Tasters werden die Achsbewegungen stillgesetzt, der Roboter bleiben jedoch im Zustand MOTOREN EIN.

Genaue Beschreibung zur Abarbeitung eines Programms im Modus Tippbetrieb:

• Betätigung der Zustimmungstaste auf dem Programmiergerät.

• Auswahl des Abarbeitungsmodus mit Hilfe der Funktionstasten:

- **Start** (kontinuierliche Abarbeitung des Programms)
- **Vorwts** (eine Instruktion vorwärts)
- **Rückwts** (eine Instruktion rückwärts)

• Warten auf das Tippbetrieb-Dialogfenster.

• Betätigung der Tippbetriebtaste auf dem Programmiergerät.

Die Programmabarbeitung beginnt (in dem gewählten Abarbeitungsmodus) und erfolgt so lange, wie die Tippbetriebtaste betätigt ist. Das Loslassen der Tippbetriebtaste stoppt die Programmabarbeitung, eine erneute Betätigung der Tippbetriebtaste startet die Programmabarbeitung wieder.

Die Vorwärts- und Rückwätsabarbeitung einer Instruktion erfolgt durch Loslassen und erneute Betätigung der Tippbetriebtaste.

Eine Änderung des Abarbeitungsmodus ist möglich wenn die Tippbetriebtaste losgelassen wurde. Die weitere Abarbeitung des Progarmms in einem neuen Abarbeitungsmodus wird nur durch erneute Betätigung der Tippbetriebtaste erreicht. Es erscheint kein Tippbetrieb-Dialogfenster.

Wurde die Programmabarbeitung durch betätigen der Stop Taste des Programmiergerätes angehalten, kann die Abarbeitung durch Loslassen und erneutes Betätigen der Tippbetriebtaste wieder fortgesetzt werden.

Läßt man die Zustimmungstaste auf dem Programmiergerät los, muß die zuvor beschriebene Sequenz von Anfang an wiederholt werden.

7.6 Anschluß von allgemeinen Sicherheitsgeräten (GS)

Der Anschluß GS ist vorgesehen, um externe Verriegelungseinrichtungen wie zum Beispiel Lichtschranken, oder sensitive Matten anzuschließen. Der Anschluß GS ist in allen Stellungen des Betriebsartenwahlschalters aktiv.

Ein Öffnen dieses Kontakts setzt die Motoren des Roboters still. Um die Motoren wieder anlaufen zu lassen, muß das auslösende Gerät entsprechend den Sicherheitsvorschriften zurückgestellt werden. Im Allgemeinen erfolgt dies nicht durch das direkte Rückstellen des Geräts.

7.7 Anschluß der Sicherheitseinrichtungen bei Automatikbetrieb (AS)

Der Anschluß AS dient für externe Sicherheitseinrichtungen wie zum Beispiel Licht-

schranken, oder sensitive Matten, die vom Hersteller des Systems extern vorgesehen sind. Der Anschluß AS ist für den Automatikbetrieb während des normalen Programmablaufs vorgesehen.

Der Anschluß AS ist in der Position Handbetrieb „<250 mm/s“ oder Handbetrieb mit voller Geschwindigkeit “100%“ des Betriebsartenwahlschalters nicht wirksam.

7.8 Abgrenzung des Arbeitsraums

Für gewisse Anwendungen müssen die Bewegungen der Roboterhauptachsen mechanisch und durch Software begrenzt werden, um eine genügend große Sicherheitszone erzeugen zu können. Dies beseitigt die Gefahr einer Kollision mit externen Einrichtungen wie zum Beispiel Schutzzaun, Steuerschränke usw.

Die Verfahrwege der Achsen 1, 2 und 3 können mit verstellbaren mechanischen Anschlägen oder mit Hilfe elektrischer Endschalter begrenzt werden. Wird der Arbeitsraum mit Anschlägen oder Schaltern begrenzt, sind auch die entsprechenden Software-Endbegrenzungsparameter anzupassen. Bei Bedarf kann die Bewegung der drei Handgelenkachsen auch durch die Computer-Software begrenzt werden. Die Begrenzung der Achsbewegungen ist vom Benutzer durchzuführen.

7.9 Zusätzliche Funktionen

Funktionen durch besondere digitale Eingangssignale:

- Ein Stop kann durch ein digitales Eingangssignal erzeugt werden. Digitale Eingangssignale können zum Beispiel Programme stillsetzen, wenn ein Fehler in den Peripheriegeräten auftritt.

Funktionen über besondere digitale Ausgangssignale:

- Fehler - zeigt einen Fehler im Robotersystem an.
- Prog_läuft - bedeutet, daß im Roboter ein Programm abläuft.
- Mot_Ein_Zustand/Mot_Aus_Zustand – bedeutet, der Roboter befindet sich im Zustand MOTOREN EIN/ MOTOREN AUS .
- Not_Aus - bedeutet, der Roboter befindet sich im Zustand Not-Aus.
- Auto_Ein - bedeutet, der Roboter befindet sich im Zustand Automatik.

8 Sicherheitsmaßnahmen für Effektoren

8.1 Greifer

Wenn ein Greifer ein Werkstück halten soll, muß ein ungewolltes Loslassen, bzw. Abfallen des Werkstücks verhindert werden.

8.2 Werkzeuge/Werkstücke

Werkzeuge wie z.B. Fräser usw. müssen sicher abgeschaltet werden können. Dabei ist darauf zu achten, daß die Schutzeinrichtungen so lange geschlossen bleiben, bis die Drehbewegung der Fräser zum Stillstand gekommen ist.

Die Greifer müssen konstruktiv so ausgelegt sein, daß bei einem Stromausfall oder einer Störung der Steuerung die Werkstücke festgehalten werden. Es muß möglich sein, die Werkstücke durch Betätigen mit der Hand (Ventile) zu lösen.

8.3 Druckluft-/Hydrauliksysteme

Besondere Sicherheitsvorschriften gelten für Druckluft- und Hydrauliksysteme.

Die in derartigen Systemen vorhandene Restenergie ist nach dem Abschalten mit besonderer Vorsicht zu behandeln.

Vor Beginn von Reparaturen muß der Druck in Druckluft- und Hydrauliksystemen abgebaut werden. Durch Schwergewicht können von diesen Systemen gehaltene Teile oder Gegenstände abfallen. Im Notfall sind Druckentlastungsventile zu verwenden. Durch Riegel o. ä. muß das Abfallen von Werkzeugen usw. verhindert werden.

9 Gefahren während Betriebsstörungen

Bei einer Unterbrechung des Arbeitsvorgangs ist besondere Vorsicht erforderlich. Eine derartige Unterbrechung kann unter Umständen manuell beseitigt werden.

Die Abhilfetätigkeit darf nur durch ausgebildetes Personal durchgeführt werden, das mit der ganzen Anlage sowie den besonderen Gefahren der verschiedenen Anlagenteile vertraut ist.

Der Industrieroboter ist ein flexibles Werkzeug, das für viele Anwendungen dient. Sämtliche Arbeitsaufgaben müssen fachkundig durchgeführt werden und den einschlägigen Sicherheitsvorschriften entsprechen. Vorsicht ist jederzeit geboten.

10 Gefahren während Installation und Wartung

Um Verletzungen und Schäden während der Installation des Robotersystems zu vermeiden, sind die einschlägigen Landesvorschriften und die Anweisungen von ABB Robotics zu befolgen. Besondere Aufmerksamkeit ist den nachstehenden Punkten zu widmen:

- Der Lieferant des vollständigen Systems muß sicherstellen, daß alle für die Sicherheitsfunktion in Frage kommenden Stromkreise entsprechend den einschlägigen Normen für diese Funktion verriegelt sind.
- Die Anweisungen im Wartungshandbuch/Installation sind stets zu befolgen.
- Die Stromversorgung des Roboters ist derart anzuschließen, daß sie außerhalb des

Arbeitsraums des Roboters abgeschaltet werden kann.

- Der Lieferant des vollständigen Systems muß sicherstellen, daß alle Schaltkreise der NOT-AUS-Funktion sicher verriegelt sind, um den einschlägigen Normen zu entsprechen.
- Nothalttasten müssen an leicht zugänglichen Stellen angebracht werden, so daß es möglich ist, den Roboter schnell stillzusetzen.
- Vor dem Arbeitsraum des Roboters müssen Sicherheitszonen angebracht werden, die vor dem Betreten durchquert werden müssen. Hierfür eignen sich Lichtschranken oder sensitive Matten.
- Drehtische usw. sind zu verwenden, um den Bediener vom Arbeitsraum des Roboters fernzuhalten.
- Jeder Vorarbeiter muß sicherstellen, daß die Sicherheitsanweisungen für jede Anlage stets vorhanden und zugänglich sind.
- Die Installateure des Roboters müssen die entsprechende Ausbildung für das in Frage kommende Robotersystem und die damit zusammenhängenden Sicherheitsfragen besitzen.

Obgleich die Fehlersuche gelegentlich bei eingeschalteter Stromversorgung durchgeführt werden muß, sollte bei der Reparatur von Fehlern, dem Abschließen von elektrischen Kabeln und dem An- oder Abschließen von Einheiten der Roboter ausgeschaltet sein (durch Drehen des Hauptschalters auf AUS).



Auch bei abgeschalteter Stromversorgung des Roboters sind noch Verletzungen möglich.

- Gewisse Achsen fahren nach dem Lösen der Bremsen unter Schwerkraft. Außer der Gefahr durch Kollision mit beweglichen Roboterteilen besteht eine Quetschgefahr durch die Verbindungsstange.
- Die im Roboter für den Ausgleich gewisser Achsen gespeicherte Energie kann beim Zerlegen des Roboters oder von Einzelteilen frei werden.
- Beim Zerlegen/Zusammenbau von mechanischen Einheiten auf fallende Gegenstände achten.
- Achten Sie auf gespeicherte Energie (Gleichrichter) und heiße Teile in der Steuerung.
- Einheiten innerhalb der Steuerungr, z.B. E/A Module, können mit externer Spannung versorgt sein.

11 Gefahren im Zusammenhang mit stromführenden elektrischen Teilen

Steuerungssystem

Die nachstehenden Teile führen Hochspannung:

- Netzversorgung/Hauptschalter
- Die Stromversorgung
- Die Stromversorgung des Computersystems (55 V AC)
- Der Gleichrichter (260 V AC und 370 V DC. Anmerkung: Kondensatoren!)
- Die Treiberstufen (370 V DC)

- Die Servicesteckdose (115/230 V AC)
- Die Stromversorgung für Werkzeuge oder besondere Stromversorgungseinheiten für die Bearbeitung.
- Die an den Steuerschrank angeschlossene Netzversorgung bleibt stromführend, auch wenn der Roboter vom Netz getrennt wurde.
- Zusätzliche Anschlüsse

Manipulator

Der Manipulator führt Hochspannung in den nachstehenden Teilen:

- Die Stromversorgung der Motoren (bis zu 370 V DC).
- Die vom Benutzer hergestellten Anschlüsse für Werkzeuge oder andere Teile (siehe *Installation*, max. 230 V AC).

Werkzeuge, Transporteinrichtungen usw.

Werkzeuge, Transporteinrichtungen usw. können auch bei abgeschaltetem Roboter noch stromführend sein. Stromzuführungskabel, die sich während des Arbeitsvorgangs bewegen, werden leicht beschädigt.

12 Lösen einer Bremse in einer Notfallsituation

Kommt es zu einer Notfallsituation, in der eine Person durch eine Achse des Roboters eingeklemmt ist, sollten die Taste zum elektrischen Lösen der Bremse der entsprechenden Achse betätigt werden. Die Achse des Roboters kann dann manuell bewegt werden um die Person zu befreien. Bei kleineren Robotern (1400 und 2400) ist das Bewegen einer Roboterachse schon durch Muskelkraft allein möglich. Bei den größeren Robotern kann dies unter Umständen nicht ohne mechanische Unterstützung z.B. durch einen Gabelstapler oder einen Kran erfolgen.

Steht keine Stromversorgung zur Verfügung sind die Bremsen des Roboters eingefallen und keine der Roboterachse läßt sich durch Muskelkraft bewegen.



Stellen Sie vor dem Lösen der Bremse sicher, daß das Gewicht der entsprechenden Achse die Kraft auf die eingeklemmte Person nicht erhöht.

13 Haftungsbeschränkung



Die obigen Angaben über Sicherheit dürfen nicht als Garantie durch ABB Robotics ausgelegt werden, daß der Industrieroboter bei Befolgung aller Sicherheitsanweisungen keine Verletzungen oder Schäden verursacht.

14 Zugehörige Informationen

	Beschrieben in:
Installation von Sicherheitseinrichtungen	Produkthandbuch - *Installation und Inbetriebnahme*
Änderung der Roboterbetriebsarten	Benutzerhandbuch - *Einschaltvorgang*
Begrenzung des Arbeitsraums	Produkthandbuch - *Installation und Inbetriebnahme*

3 Systemübersicht

3.1 Allgemeines

Das Industrierobotersystem besteht aus zwei Teilen:

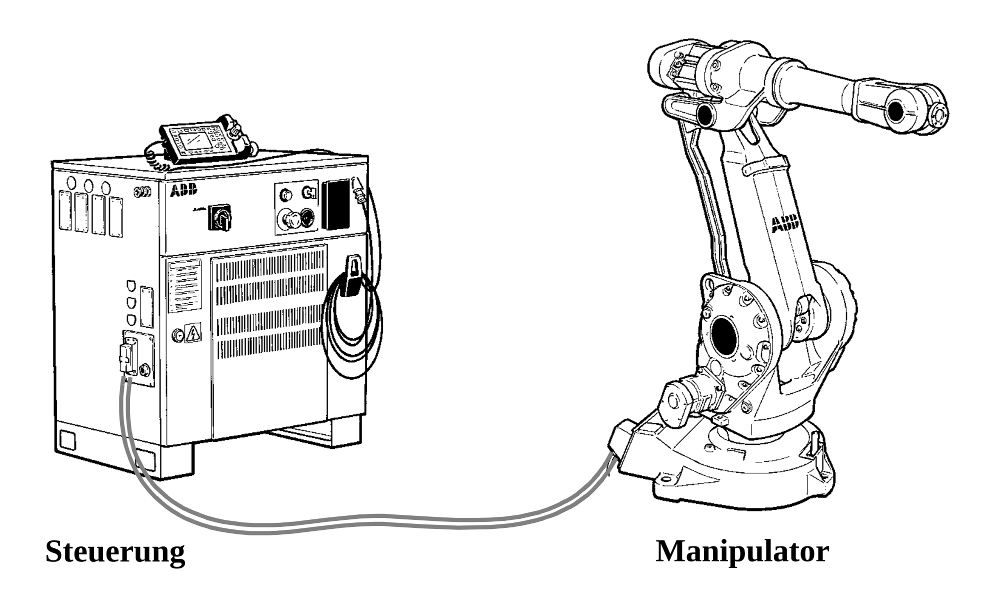
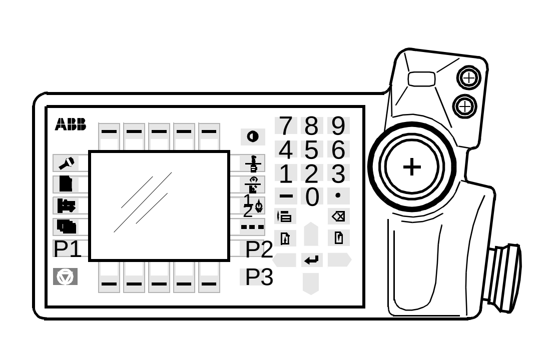


Bild 1 Steuerung und Manipulator sind mit Kabeln verbunden

Die Kommunikation mit dem Robotersystem erfolgt mit einem Programmiergerät und/ oder mit einem Bedienfeld, das sich an der Steuerung befindet (siehe Bild 2).



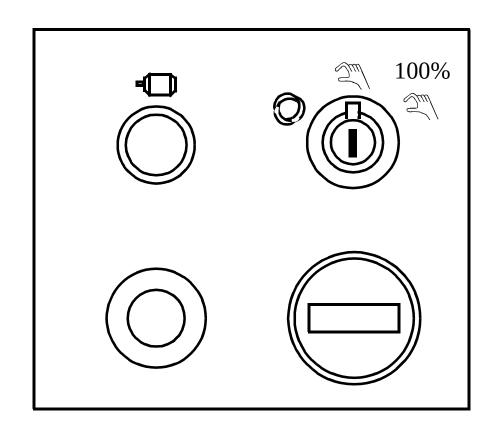


Bild 2 Programmiergerät und Bedienfeld

3.2 Der Manipulator

Bild 3 zeigt die Bewegungsrichtungen der verschiedenen Achsen des Manipulators sowie ihre Bezeichnungen.

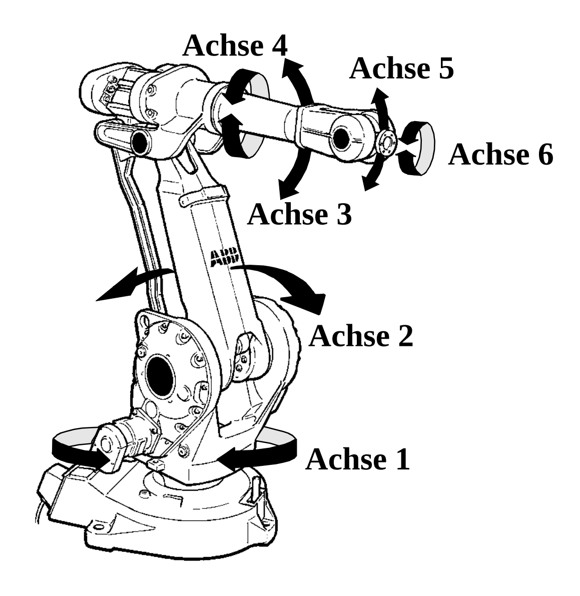


Bild 3 Manipulator, IRB 2400

3.3 Die Steuerung

Bild 4 veranschaulicht die Bedienelemente der Steuerung.

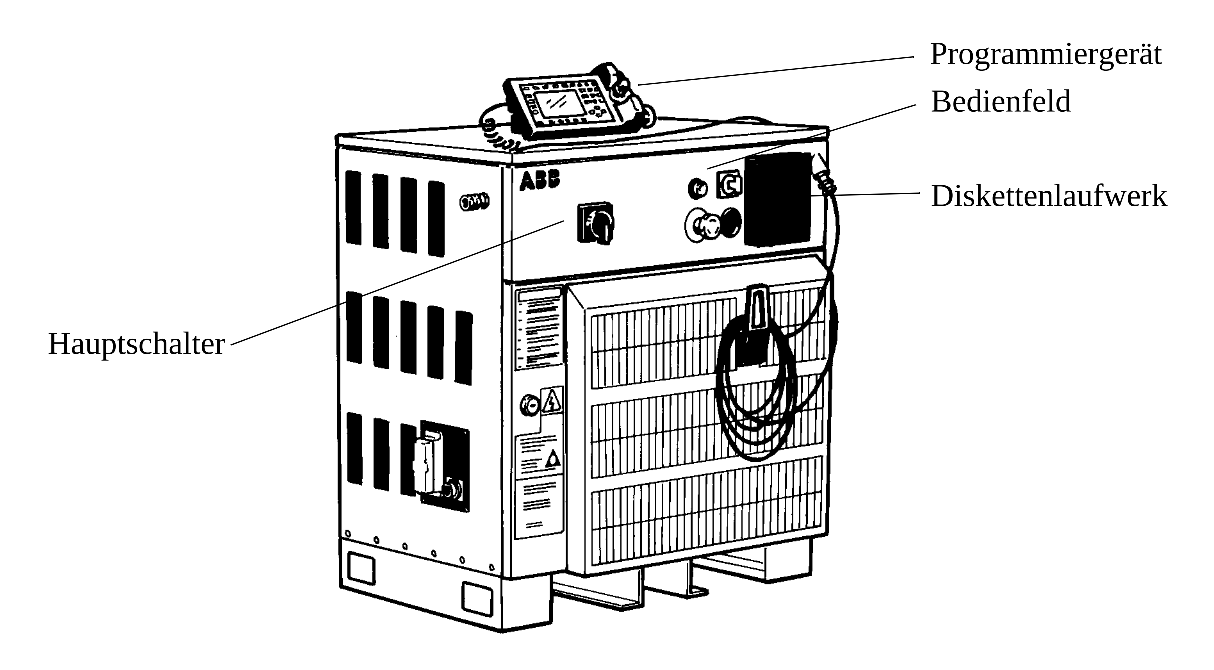


Bild 4 Die Steuerung S4Cplus

3.4 Bedienfeld

Bild 5 zeigt das Bedienfeld. Die Bedienelemente haben folgende Bedeutung.

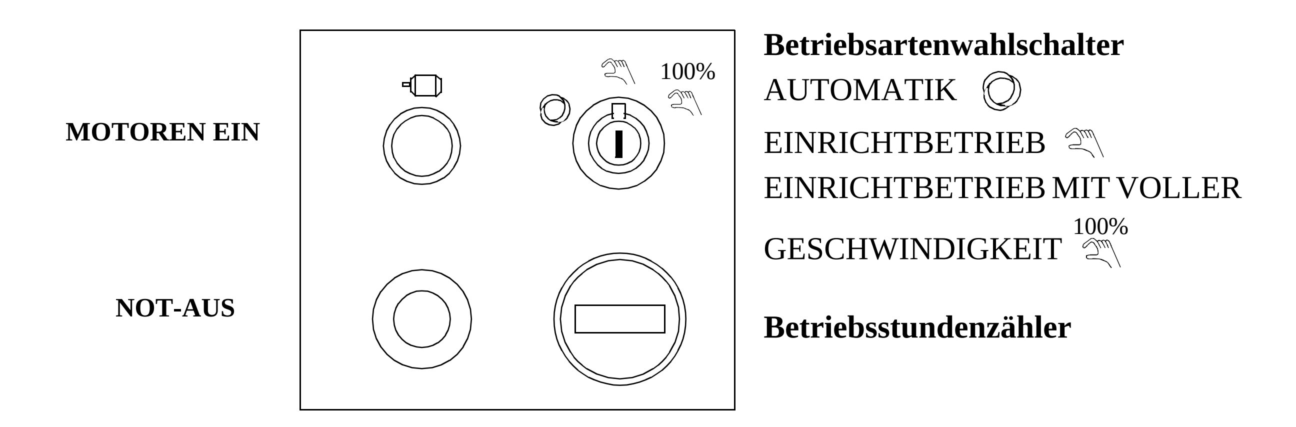


Bild 5 Bedienfeld

MOTOREN EIN

Im Zustand **MOTOREN EIN** stehen die Motoren des Roboters unter Spannung und die Lampe **MOTOREN EIN** leuchtet permanent.

Betriebsart AUTOMATIK (Produktionsmodus)

Wird für den Ablauf fertiger Programme in der Produktion benutzt. Es ist nicht möglich, den Roboter mit dem Steuerknüppel in dieser Betriebsart zu bewegen. Die Lampe **MOTOREN EIN** leuchtet permanent.

Betriebsart EINRICHTBETRIEB MIT REDUZIERTER GESCHWINDIGKEIT (Programmiermodus)

Ist bestimmt für Einrichtarbeiten in der Nähe des Roboters sowie zur Programmierung des Roboters. Diese Schalterstellung wird auch verwendet, um den Roboter in den Zustand **MOTOREN AUS** zu schalten.

Betriebsart EINRICHTBETRIEB BEI VOLLER GESCHWINDIGKEIT (Testmodus)

Ist bestimmt für den Probelauf des Roboterprogramms mit voller programmierter Geschwindigkeit.

NOT-AUS

Unmittelbar nach Betätigen der Not-Aus-Taste wird der Roboter gestoppt, gleichgültig, in welchem Zustand oder in welcher Betriebsart sich der Roboter befindet. Die Taste bleibt in gedrückter Stellung und muß in ihre Ausgangsstellung zurückgesetzt werden, damit der Zustand **MOTOREN EIN** erreicht werden kann.

Betriebsstundenzähler

Zeigt die Betriebsstunden des Manipulators an (Bremsen geöffnet).

3.5 Programmiergerät (PG)

Das Programmiergerät ist nachstehend kurz beschrieben (siehe Bild 6 und Bild 7).

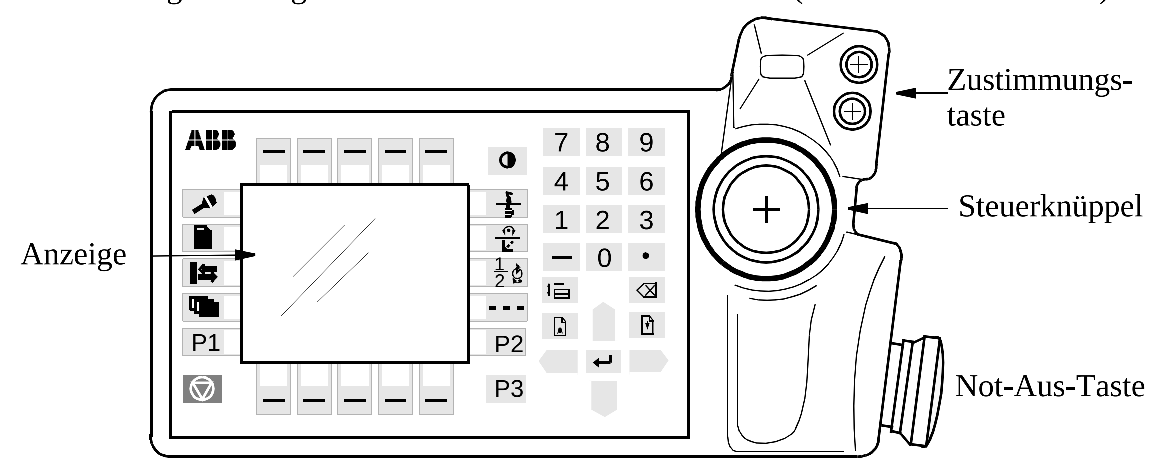


Bild 6 Programmiergerät

NOT-AUS

Mit dem Betätigen der Not-Aus-Taste wird die Bewegung des Roboters gestoppt, ungeachtet des anstehenden Zustands oder der Betriebsart. Die Taste bleibt gedrückt und muß in die Ausgangslage zurückgestellt werden, um den Zustand **MOTOREN EIN** zu ermöglichen.

Zustimmungstaste (zum sicheren Betrieb)

Eine Taste auf dem Programmiergerät, die beim Eindrücken bis zur Mittelstellung das System in den Zustand **MOTOREN EIN** versetzt (falls der Betriebsartenwahlschalter in eine der zwei Einrichtbetriebsarten geschaltet ist). Wird die Zustimmungstaste freigegeben oder bis zum Anschlag eingedrückt, wird der Roboter in den Zustand **MOTOREN AUS** versetzt.

Wird die Zustimmungstaste freigegeben und innerhalb von einer halben Sekunden bis zur Mittelstellung eingedrückt, kehrt der Roboter nicht in den Zustand **MOTOREN EIN** zurück.
In diesem Fall muß die Zustimmungstaste zuerst freigegeben und dann wieder bis zur Mittelstellung eingedrückt werden.

Die Zustimmungstaste darf nur aktiviert werden, wenn der Roboter bewegt werden soll und zwar entweder mit dem Steuerknüppel oder während des Programmablaufs.

Steuerknüppel

Mit dem Steuerknüppel wird der Roboter von Hand bewegt, z.B. während der Programmierung.

Anzeige

Das Anzeigefeld aller Informationen während des Programmierens. Es können 16 Zeilen mit jeweils 40 Zeichen angezeigt werden.

Bild 7 zeigt die Namen der verschiedenen Tasten auf dem Programmiergerät.

Menütasten
Kontrast
Anzeige
Bewegen
Programm
Fenster-
tasten
Eingänge/
Ausgänge
Andere
Fenster
Bewegungs-
tasten
Inkrementell
Ziffern-
tastatur
Löschen
Enter-Taste
P1
P2
P3
Benutzerdefinierte
Taste
Stoptaste
Funktionstasten
Benutzerdefinierte
Tasten
Navigationstasten

Bild 7 Übersicht über die verschiedenen Tasten auf dem Programmiergerät

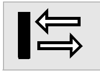
Fenstertasten (zur Auswahl eines Fensters zum Arbeiten auf dem Display):



Bewegen: Betätigen, um den Roboter zu bewegen.



Programm: Betätigen zum Programmieren und Testen

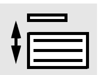


Ein-/Ausgangssignale: Betätigen zur Kontrolle der Eingangs- und Ausgangssignale.

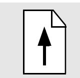
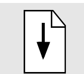


Andere Fenster: Mehrere Fenster, z.B. Systemparameter, Service, Produktion und Datei-Manager

Navigationstasten (Zum Bewegen des Cursors in einem Fenster auf dem Display):)



Liste: Drücken, um den Cursor von einem Teil des Fensters zum anderen zu bewegen (aus der Liste heraus/zurück in die Liste).

Vorherige/nächste Seite: Drücken, damit die nächste/ vorherige Seite sichtbar wird.

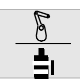


Pfeiltasten aufwärts und abwärts: Betätigen, damit der Cursor nach oben und unten bewegt wird.

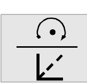


Pfeiltasten links und rechts: Betätigen, damit der Cursor nach links oder rechts bewegt wird.

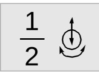
Bewegungstasten: (Zum Auswählen, wie sich der Roboter oder sonstige periphere Geräte bei Benutzung des Steuerknüppels während des Einrichtbetriebs bewegen sollen))



Bewegte Einheit: Betätigen, um den Roboter oder sonstige mechanische Einheiten zu bewegen.



Bewegungstyp: Betätigen, um auszuwählen, wie der Roboter bewegt werden sollte, umorientieren oder linear.

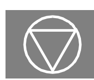


Bewegungstyp: Achsenweise Bewegung 1 = Achse1-3, 2 = Achse 4-6

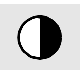


Inkrementell: Schrittweises Bewegen ein/aus.

Sonstige Tasten



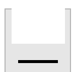
Stop: Stoppt den Programmablauf.



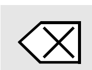
Kontrast: Stellt den Kontrast des Displays ein.



Menütasten: Betätigen, damit die Befehle im Menü angezeigt werden.



Funktionstasten: Zur direkten Auswahl verschiedener Befehle.

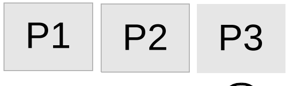


Löschen: Löscht die auf der Anzeige ausgewählten Daten.



Eingabe: Zur Eingabe von Daten oder zur Bestätigung der aktuellen Auswahl.

Programmierbare Tasten



(P4)

(P5)

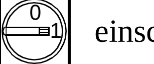
Vom Benutzer festzulegende Aktionen mit Ein-/Ausgängen.

Einschaltvorgang

1 Einschalten der Stromversorgung



Bevor das System eingeschaltet wird, muß sichergestellt werden, daß sich im Arbeitsbereich des Roboters keine Personen aufhalten!

• Hauptschalter  einschalten.

Die Hardware des Industrierobotors wird nun automatisch geprüft. Nach Abschluß der Tests, wenn keine Fehler gefunden wurden, erscheint eine Meldung (siehe Bild 1) auf dem Programmiergerät.

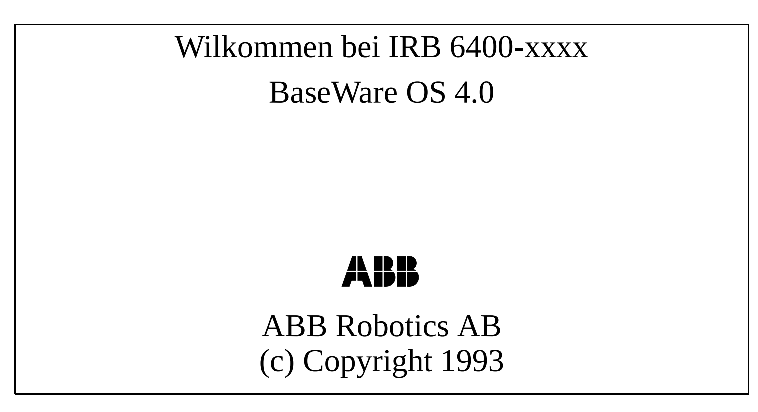


Bild 1 Das Willkommenfenster nach dem Einschalttest.

Im Automatikbetrieb erscheint nach ein paar Sekunden das Produktionsfenster.

Wird der Roboter in Betrieb genommen, dann befindet er sich im gleichen Zustand wie nach dem Ausschalten der Spannung. Der Programmzeiger bleibt unverändert und alle digitalen Ausgangssignale werden auf den vor der Spannungsabschaltung vorhandenen Wert oder auf den in den Systemparametern angegebenen Wert gesetzt. Wird das Programm neu gestartet, dann wird dies als ein normaler Stop-Start betrachtet:

- Der Roboter bewegt sich langsam zum programmierten Weg zurück (falls eine Abweichung aufgetreten ist) und fährt dann auf dem programmierten Weg weiter.
- Bewegungseinstellungen und daten werden automatisch auf die gleichen Werte wie vor der Spannungsabschaltung gesetzt.
- Der Roboter reagiert weiterhin auf Interrupts.
- Die mechanischen Einheiten, die vor der Spannungsabschaltung in Betrieb waren, werden beim Programmstart automatisch aktiviert.
- Der Bahnschweiß- und Punktschweißprozeß wird automatisch neu gestartet. Wurde gerade ein Wechsel der Schweißdaten durchgeführt, so werden diese neuen Daten zu früh auf der Naht verwendet.

Einschränkungen:

- Alle Dateien und seriellen Kanäle sind geschlossen (die kann vom Benutzerprogramm behandelt werden).

- Alle analogen Ausgänge sind auf 0 gesetzt und Soft servo/Tune servo ist auf vorgegebene Standardwerte gesetzt (kann vom Benutzerprogramm behandelt werden).
- WeldGuide kann nicht neu gestartet werden.
- Unabhängige Achsen können nicht neu gestartet werden.
- Tritt der Spannungsausfall während einer Bewegung in einer Interrupt-Routine oder Fehlerbehandlung auf, ist ein Neustart des Wegs nicht möglich.
- Ist das Programm bei einer stark belasteten CPU teilweise abgelaufen, dann besteht die geringe Möglichkeit, daß nicht genug Zeit für eine einwandfreie Abschaltung bei Spannungsausfall vorhanden ist. Der Roboter sagt in diesem Fall dem Benutzer, daß ein Neustart nicht möglich ist.

1.1 Fehler beim Einschalten

Während des Einschaltvorgangs werden die Roboterfunktionen weitgehend geprüft. Ein auftretender Fehler wird als Meldung in Klartext auf dem Programmiergerät angezeigt und im Ereignisprotokoll des Roboters aufgezeichnet. Weitere Informationen über die Fehlersuche sind dem Produkthandbuch zu entnehmen.

2 Das Bedienfeld

Die Funktionen des Bedienfelds werden in Bild 2 beschrieben.

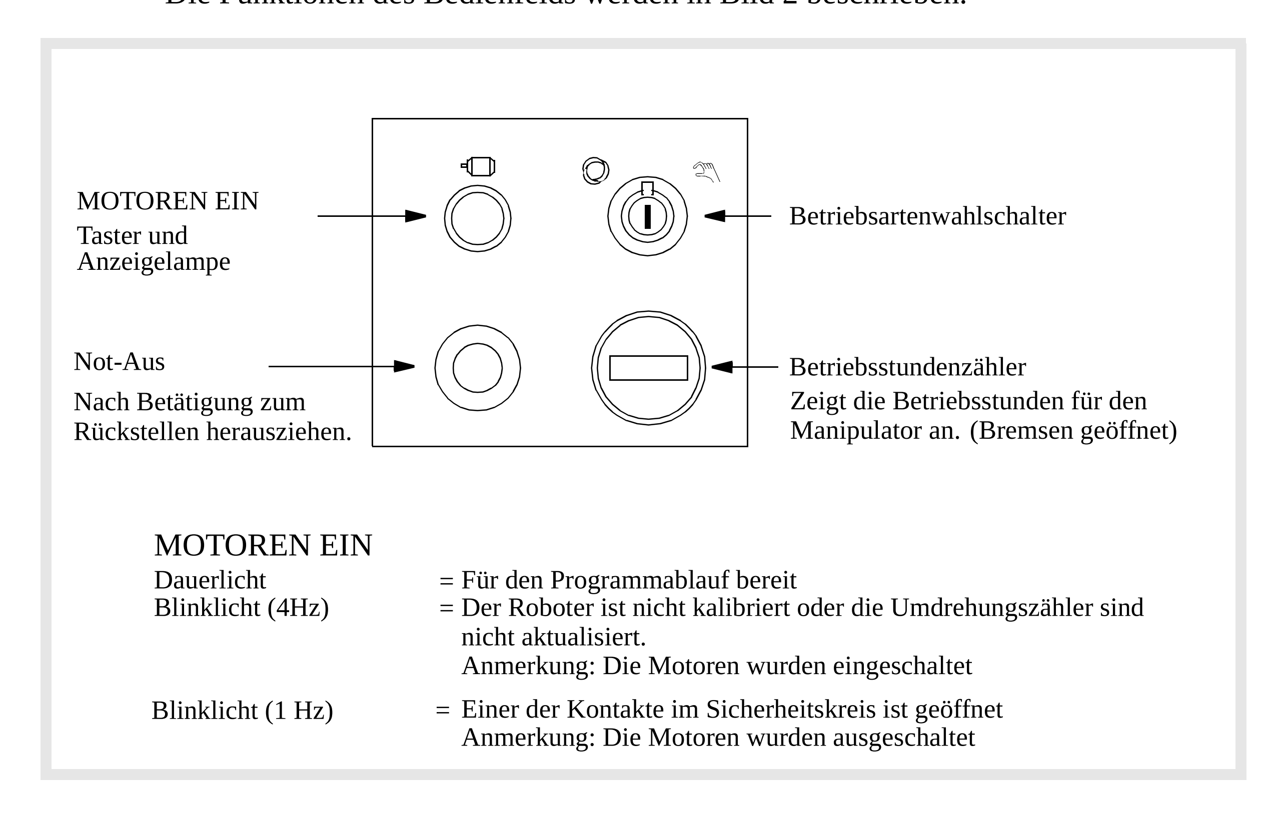


Bild 2 Das Bedienfeld befindet sich vorn auf dem Steuerungsschrank.

3 Wahl der Betriebsart

Die Betriebsart wird mit Hilfe des Betriebsartenwahlschalters gewählt.

3.1 Automatikbetrieb (Produktion)



Befindet sich der Roboter im Automatikbetrieb, ist das Betreten des umliegenden geschützten Raums verboten. Sorglosigkeit kann hier zu Personenschäden führen.

• Schlüssel auf drehen.

Automatikbetrieb ist vorgesehen für den Ablauf von Programmen in der Produktion. In dieser Betriebsart wird die Zustimmungstaste auf dem Programmiergerät unwirksam und die für das Ändern von Programmen vorgesehenen Funktionen sind gesperrt.

3.2 Einrichtbetrieb mit reduzierter Geschwindigkeit (Programmierbetrieb)

• Betriebsartenwahlschalter auf drehen.

Wenn Tippbetrieb aktiviert wurde (Funktion mittels Systemparameter), wird der Programmablauf beendet, sobald die Starttaste auf dem Programmiergerät freigegeben wird.

Einrichtbetrieb mit reduzierter Geschwindigkeit ist bestimmt für die Programmierung und für Arbeiten in der Nähe des Roboters. In dieser Betriebsart ist eine Fernbedienung durch externe Einrichtungen nicht möglich.

3.3 Einrichtbetrieb bei voller Arbeitsgeschwindigkeit (Test 100%)



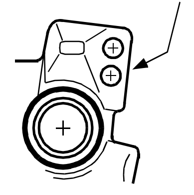
Im Einrichtbetrieb 100% läuft der Roboter mit voller Geschwindigkeit. Diese Betriebsart darf nur von ausgebildetem Bedienungspersonal verwendet werden. Nachlässigkeit kann zu Verletzungen von Personen führen.

• Den Betriebsartenwahlschalter auf 100% einstellen.

Jetzt ist die Funktion Tippbetrieb aktiviert, d.h. der Programmablauf wird gestoppt, sobald die Starttaste auf dem Programmiergerät losgelassen wird. Einrichtbetrieb mit voller Geschwindigkeit wird nur zum Test des Roboterprogramms verwendet. In dieser Betriebsart ist eine Fernbedienung durch externe Einrichtungen nicht möglich.

4 Einschalten der Stromversorgung für die Motoren

Zustimmungs-
taste



- Im Automatikbetrieb die Tasten Motoren Ein/Motoren Aus auf dem Bedienfeld betätigen.
- Im Einrichtbetrieb durch Betätigen der Zustimmungstaste auf dem Programmiergerät die Motoren einschalten.
  Wird der Zustimmungstaste losgelassen und innerhalb einer halben Sekunde erneut betätigt, werden die Motoren des Roboters nicht wieder eingeschaltet. Wenn dies vorkommt, zunächst den Zustimmungstaste loslassen, dann erneut bis zur Mittelstellung betätigen.

5 Not-Aus-Tasten

5.1 Betätigung der Not-Aus-Taste

Not Aus-Tasten sind auf dem Bedienfeld und auf dem Programmiergerät angeordnet. Häufig lösen andere Zustände einen Not-Aus aus; diese richten sich jedoch nach der Art der Installation.

Durch Betätigung einer Not-Aus-Taste wird die Stromversorgung der Motoren ausgeschaltet und die Programmabarbeitung gestoppt.

5.2 Rückstellen nach einem Not-Aus

- Den Not-Aus-Kreis wieder schließen.
- Not-Aus-Zustand durch Betätigen der Taste MOTOREN EIN oder MOTOREN AUS (abhängig von ausführung) rückstellen.



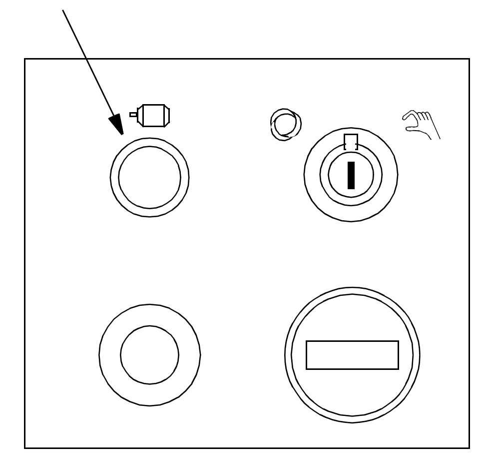


Bild 3 Der NOT-AUS muß vor dem Schalten in MOTOREN EIN zurückgesetzt werden.

6 Das Programmiergerät

Das Programmiergeräte ist in Bild 3 dargestellt.

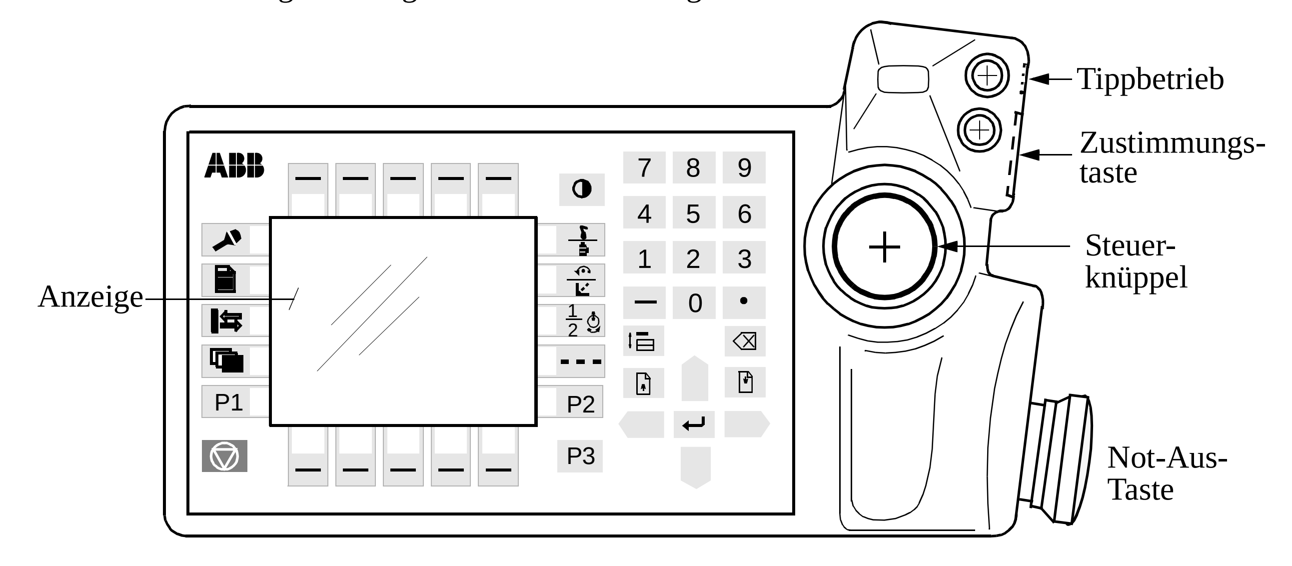


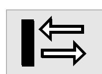
Bild 4 Mit dem Programmiergerät wird der Roboter bedient (Programmiergerät Version 2).



Bewegen: Anzeige der zum Bewegen des Roboters erforderlichen Funktionen und Zustände.



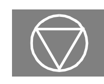
Programm: Ist bestimmt für die Programmierung und den Testlauf des Roboters.



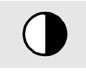
Eingänge/Ausgänge: Anzeige und Test der Eingänge und Ausgänge durch manuelle Anwahl.



Andere Fenster: Auswahl verschiedener Fenster z.B. Parametereingabe, Servicefunktionen, Produktion, Dateimanager usw.



Stop: Stoppt die Programmabarbeitung



Kontrast: Damit wird der Kontrast der Anzeige eingestellt.



Menütasten: Zur Anwahl einer Liste von möglichen Funktionen.



Funktionstasten: Zur direkten Anwahl verschiedener Funktionen.

Was wird bewegt? Manipulator oder externe Achsen.

Bewegungstyp: Betätigen um festzulegen, wie der Roboter sich bewegt, orientieren oder linear.

Bewegungstyp: Achsenweise bewegen. 1 = Achse 1-3,
2 = Achse 4-6

Inkrementell: Inkrementell bewegen ein/aus

Liste an/aus: Betätigen, um zwischen Feldern und Listen auszuwählen.(normalerweise durch eine doppelte Linie getrennt).

Vorherige/Nächste Seite: Blättern durch eine im Fenster angezeigte Liste.

Löschen: Löscht das auf der Anzeige hervorgehobene Datenelement.

ENTER: Zum Bestätigen einer Dateneingabe oder zum Aktivieren oder Betreten des gezeigten Datenbereiches.

Pfeiltasten auf und ab: Bewegen des Cursors innerhalb eines Fensters aufwärts oder abwärts.

Pfeiltasten rechts und links: Bewegen des Cursors innerhalb eines Fensters nach rechts oder links.

P1 P2 P3
(P4)
(P5)

Anwenderdefinierte Tasten: Wie diese zu definieren sind, siehe Kapitel 12, *Systemparameter*
Auf einigen Programmiergeräten sind diese Tasten mit **F1**, **F2** usw. bezeichnet

6.1 Texteingabe mit Hilfe des Programmiergeräts

Zum Benennen von Dateien, Routinen, Daten usw. kann der gewünschte Text auf dem Programmiergerät eingegeben werden. Da keine Zeichentastatur zur Verfügung steht, wird die Zifferntastatur auf besondere Weise verwendet (siehe Bild 5).

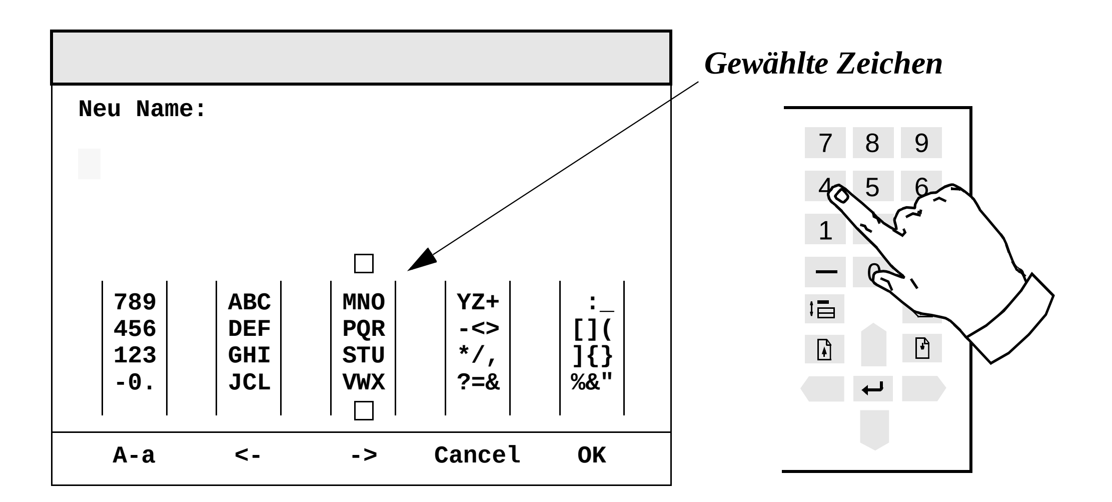


Bild 5 Für die Texteingabe verwendetes Dialogfeld.

Die Tasten auf der Zifferntastatur entsprechen den angewählten Zeichen auf der Anzeige.

- Mit Hilfe der Funktionstasten -> oder <- eine Zeichengruppe anwählen.
- Die entsprechende Taste auf der Zifferntastatur betätigen. Wird die dritte Gruppe ausgewählt (wie im Bild 6 gezeigt), dann entspricht 7 dem M, 8 dem N, 9 der 0 usw.
- Mit Hilfe der Richtungstasten oder den Cursor nach links oder rechts bewegen.
- Das Zeichen vor dem Cursor durch Betätigen der Taste Löschen löschen.
- Durch Betätigen von ***A-a*** zwischen Groß- und Kleinbuchstaben umschalten.
- Nach Beendigung der Texteingabe ***OK*** betätigen.

Bewegen von Hand

1 Allgemeines

Das Bewegen des Manipulators erfolgt mit Hilfe eines Steuerknüppel mit drei Bewegungsrichtungen. Daraus ergibt sich, daß der Manipulators gleichzeitig in drei Richtung bewegt werden kann. Die Bewegungsschwindigkeit des Manipulators entspricht der Auslenkung des Steuerknüppels: je mehr der Steuerknüppel ausgelenkt wird, um so schneller die Geschwindigkeit (jedoch nicht schneller als 250 mm/s).

Der Steuerknüppel läßt sich unabhängig von dem zur Zeit geöffneten Fenster betätigen. Jedoch ist ein Bewegen des Roboters durch den Steuerknüppel in den nachstehenden Situationen nicht möglich:

- Nach Anwahl des Automatikbetriebs .
- Nach dem AUSSCHALTEN der Robotermotoren.
- Während ein Programm läuft.

Wenn eine Achse außerhalb des Arbeitsbereichs ist, kann sie von Hand wieder in den Arbeitsbereich zurückgebracht werden.

Die Funktion des Steuerknüppels kann im Fenster Bewegen abgelesen und geändert werden. Einige Einstellungen können auch direkt mit Hilfe der Bewegungstasten auf dem Programmiergerät geändert werden (Die unterschiedlichen Versionen sind im Bild 1 dargestellt).

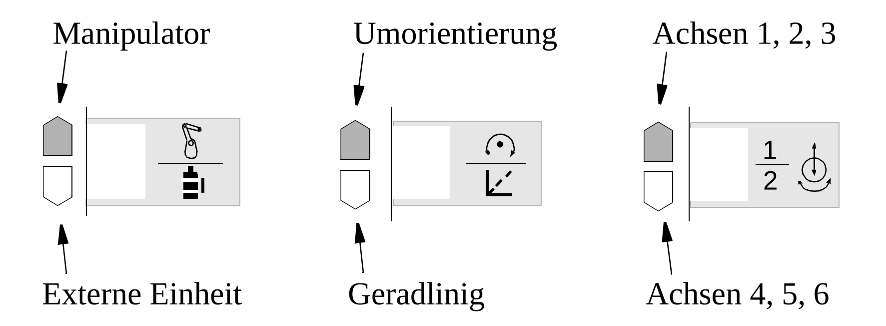


Bild 1 Die Anzeige neben den Bewegungstasten zeigt die aktuelle Einstellung.



Der Manipulator oder die externe Einheit setzt sich unmittelbar nach Auslenken des Steuerknüppels in Bewegung. Personen dürfen sich jetzt auf keinen Fall im Sicherheitsbereich um den Roboter aufhalten, und außerdem müssen die Bewegungseinstellungen für das Bewegen mit der Hand einwandfrei gewählt sein. Fahrlässigkeit kann zu Verletzungen oder zu Schäden am Manipulator oder an sonstigen Einrichtungen führen.

1.1 Das Fenster Bewegen

• Um das Fenster zu öffnen, die Fenstertaste -Bewegen-  betätigen.

Im Fenster werden die aktuellen Bewegungseinstellungen für das Bewegen mit Hand und die aktuelle Position des Manipulators angezeigt. Siehe Beispiel im Bild 2.

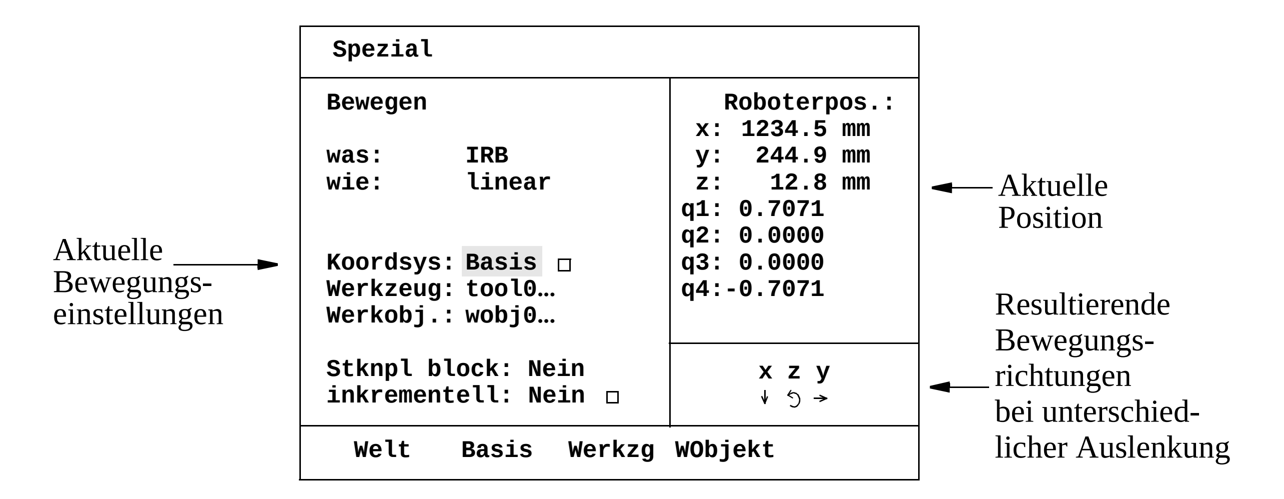


Bild 2 Definiert die verschiedenen Bewegungseinstellungen im Fenster Bewegen.

1.2 Anpassung des Bewegen Fensters

Der Dialog der Voreinstellungen gibt dem Anwender die Möglichkeit festzulegen, welche Felder im Bewegen Fenster sichtbar sein sollen.

Spezial: Voreinstellungen auswählen

Auf der Anzeige erscheint ein Dialogfeld für die Voreinstellungen (siehe Bild 3).

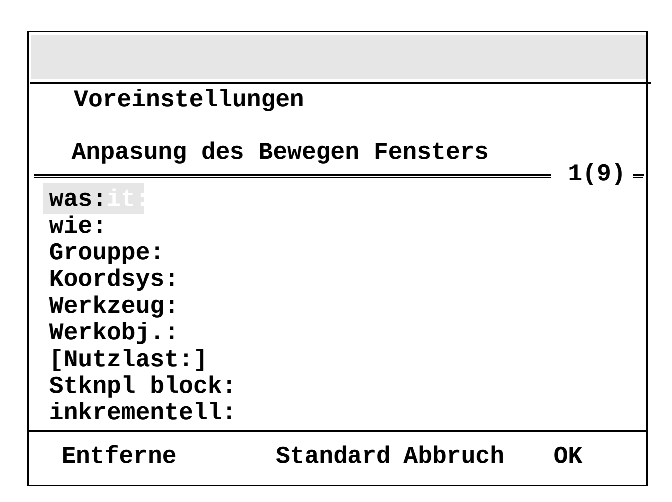


Bild 3 Der Dialog für die Voreinstellungen zur Anpassung des Bewegen Fensters

Durch Anwahl einer Zeile im Dialog für die Voreinstellungen und durch Betätigung von ***Hinzu/Entferne*** wird das entsprechende Feld im Bewegen Fenster hinzugefügt oder daraus entfernt. Die Standardeinstellungen bekommt man durch betätigen der Funktionstaste ***Standard***.

1.3 Ablesen der aktuellen Position

Die aktuelle Position des Roboters wird im Fenster ‘Bewegen’ gezeigt (siehe Bild 2).

Auf der Anzeige erscheinen in den Bewegungsarten *Linear* oder *Umorientierung* die Position und Orientierung des Werkzeugs mit Bezug auf das Koordinatensystem des gewählten Werkobjekts (ungeachtet der Art des verwendeten Koordinatensystems).

Beim Bewegen des Manipulators, in *der Bewegungsart achsenweise* erscheinen die Positionen der Manipulatorachsen in Winkelgrad, die auf den mechanischen Nullpunkt der entsprechenden Achsen bezogen sind.

Beim Bewegen einer externen Achse erscheint die Position von diesen Achsen. Wenn es sich um lineare Achsen handelt, wird die Position in mm zum Nullpunkt angezeigt. Bei rotierenden Achsen wird die Position in Winkelgrad zum Nullpunkt angezeigt.

Ist eine Einheit nicht synchronisiert, wird keine Position angezeigt.

1.4 Wie die Bewegungen des Steuerknüppels die Bewegungen beeinflussen

Im Feld mit Angabe der verschiedenen Auslenkmöglichkeiten des Steuerknüppels wird angezeigt, wie die wichtigsten Auslenkrichtungen des Steuerknüppels mit Achsen oder Koordinatenrichtungen in Beziehung stehen. Siehe Beispiel im Bild 4.

Hinweis: Das Verhältnis zwischen der Auslenkung des Steuerknüppels und den Bewegungen des Roboters kann man in den Systemparametern verändern. Alle Abbildungen in diesem Handbuch beziehen sich auf die Standardeinstellung.

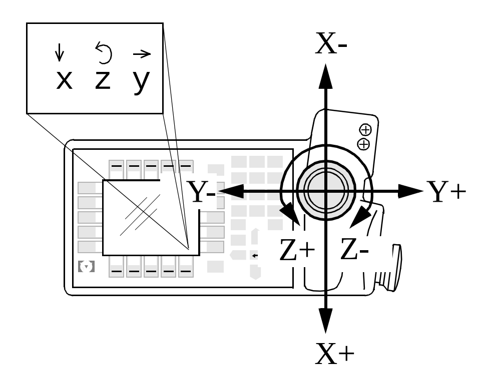


Bild 4 Die der Steuerknüppelauslenkung zugeordnete Bewegungsrichtung erscheint im Fenster Bewegen.

1.5 Verriegeln von Steuerknüppelachsen

Es ist möglich bestimmte Bewegungsrichtungen der Steuerknüppelauslenkung zu verriegeln.

- Das Feld ***Stknpl block*** anwählen (siehe Bild 5).
- Die zu verriegelnde Steuerknüppelachse durch Betätigung der entsprechenden Funktionstaste wählen.

Freigabe aller Achsen durch Betätigung der Funktionstaste ***Nein*** wählen.

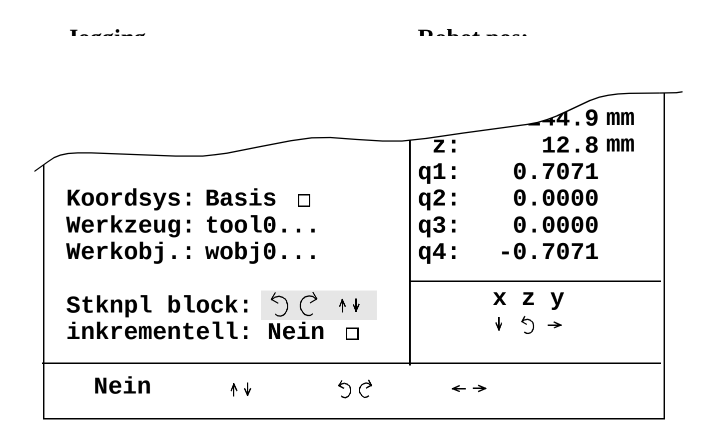


Bild 5 Ein Steuerknüppel mit verriegelter „auf-ab“ und „dreh“ Auslenkung

1.6 Bewegungsüberwachung

Es ist möglich die Bewegungsüberwachung im Fenster Bewegen ein oder aus zu schalten. Dies hat aber nur einen Einfluß auf die Bewegungsüberwachung beim manuellen Bewegen.

• **Spezial: Bewegungsüberwachung** auswählen

Auf der Anzeige erscheint ein Dialogfeld für die Einstellung der Bewegungsüberwachung (siehe Bild 6).

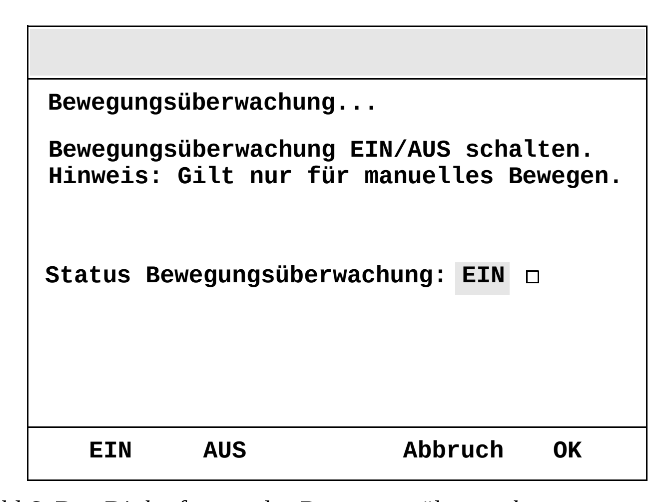


Bild 6 Das Dialogfenster der Bewegungsüberwachung

Zum Ein- oder Ausschalten der Bewegungsüberwachung:

• Funktionstaste ***EIN*** oder ***AUS*** betätigen

• Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

2 Bewegen des Roboters von Hand

2.1 Bewegen des Roboters entlang einer der Koordinatenachsen

- Die Tasten so einstellen, daß der Roboter geradlinig bewegt wird.
- Das Feld ***Koord*** auswählen (siehe Bild 7).
- Funktionstaste ***Basis*** betätigen.

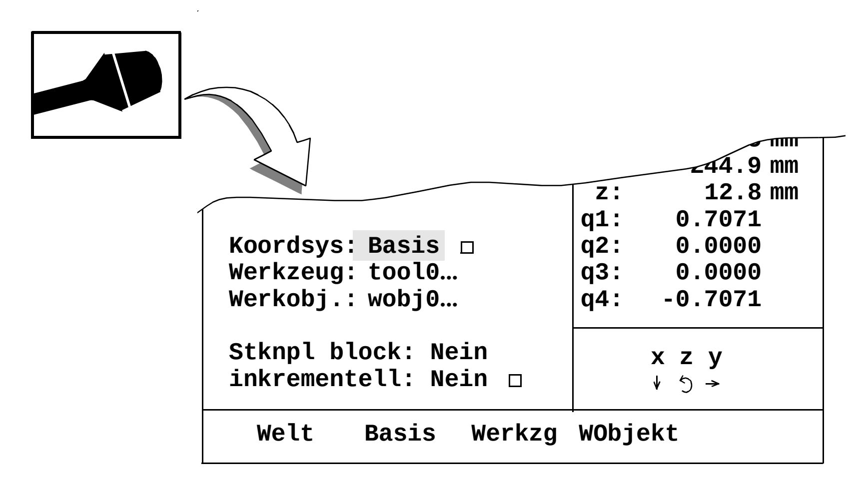


Bild 7 Angabe des Koordinatensystems im Fenster Bewegen.

Der Manipulator bewegt den Werkzeugarbeitspunkt (TCP) entlang der Achsen des Basis-Koordinatensystems (siehe Bild 8).

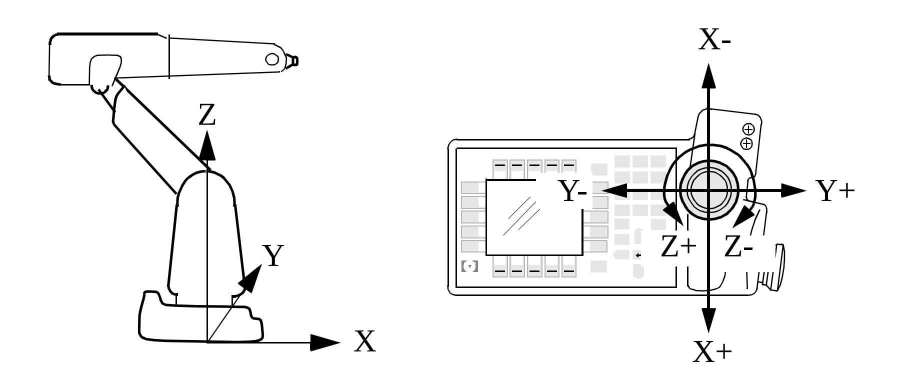


Bild 8 Lineare Bewegung im Basis-Koordinatensystem.

2.2 Bewegen des Roboters im Werkzeug-Koordinatensystem

- Die Tasten einstellen, daß der Manipulator geradlinig bewegt wird.
- Das Feld ***Koord*** auswählen (siehe Bild 9).
- Funktionstaste ***Werkzeug*** betätigen.

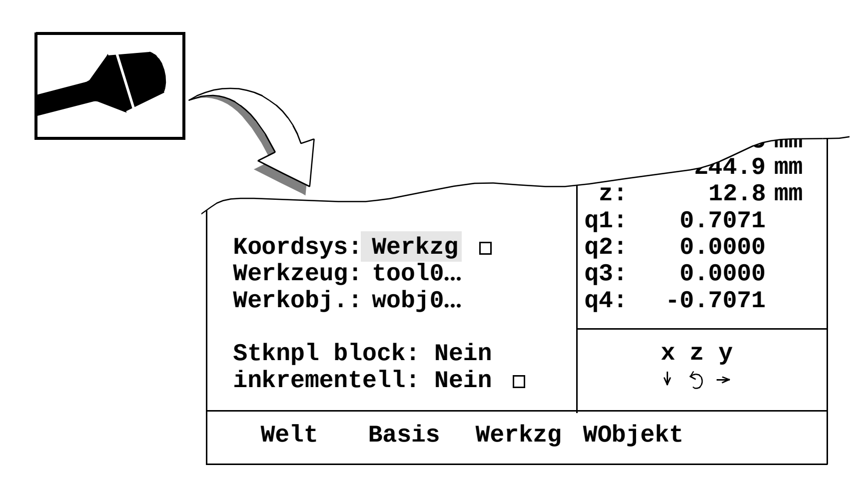


Bild 9 Angabe des Koordinatensystem im Fenster Bewegen.

Das Werkzeug, das beim Bewegen des Manipulators mit der Hand oder bei der Programmabarbeitung zum letzten Mal benutzt wurde, wird automatisch ausgewählt (siehe Bild 10).

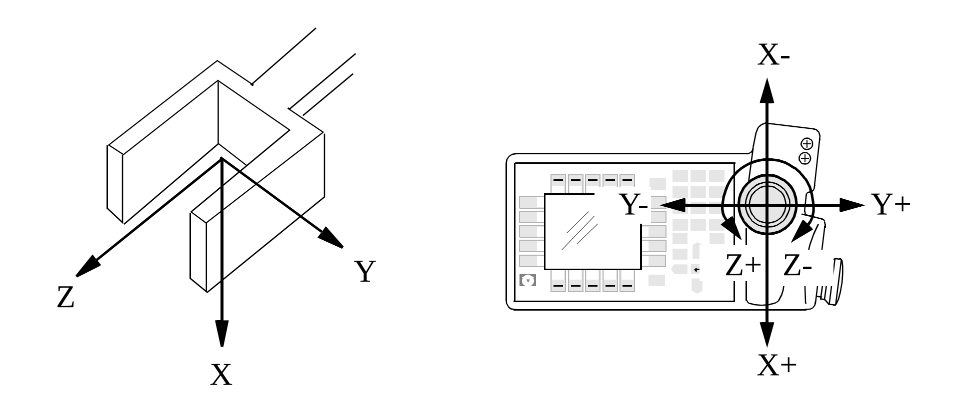


Bild 10 Lineare Bewegung im Werkzeugkoordinatensystem.

Um das Werkzeug zu wechseln:

- Das Feld ***Werkzeug*** auswählen (siehe Bild 11).

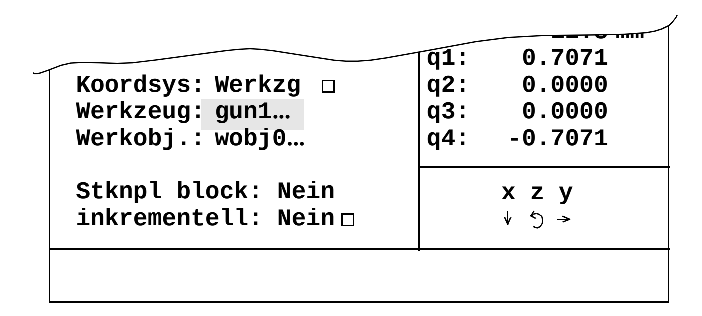


Bild 11 Anwahl eines Werkzeugs im Feld Werkzeug.

- Enter ↵ betätigen.
- Das gewünschte Werkzeug auf dem anschließend auf der Anzeige gezeigten Dialogfeld wählen. (*tool0* im Dialogfeld entspricht der Mitte des Montageflansches.)

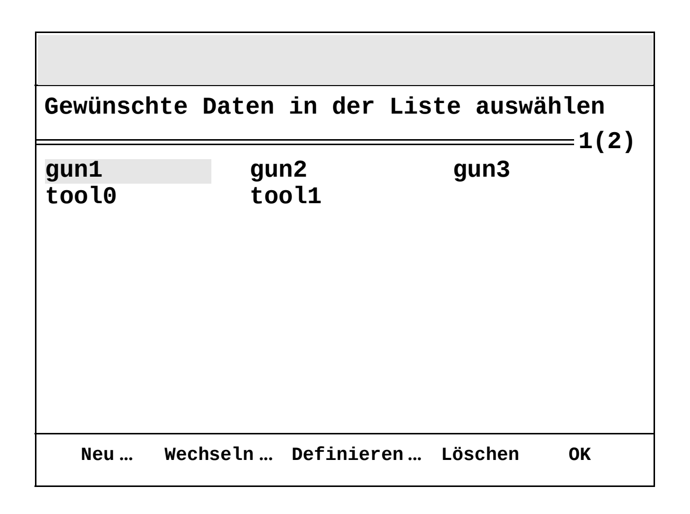


Bild 12 Wechseln oder Hinzufügen eines Werkzeugs

Ein neues Werkzeug kann wie folgt eingerichtet werden:

- ***Neu*** drücken

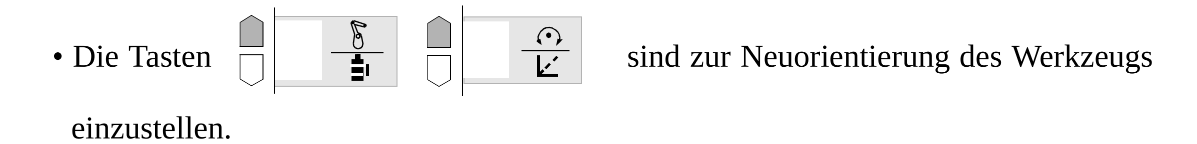
Die Werte eines Werkzeugs können wie folgt geändert werden:

- Folgendes drücken:
  - ***Ändern*** zur manuellen Eingabe des Werts
  - ***Definieren***, damit der Roboter zum Vermessen des Werkzeugkoordinatensystems benutzt werden kann.

Weitere Informationen siehe Kapitel 10 ‘Kalibrierung’.

- Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

2.3 Umorientieren des Werkzeugs

• Die Tasten  sind zur Neuorientierung des Werkzeugs einzustellen.

Das Werkzeug wird um die Achsen des ausgewählten Koordinatensystems neu orientiert. Der TCP des ausgewählten Werkzeugs bewegt sich nicht (siehe Bild 13).

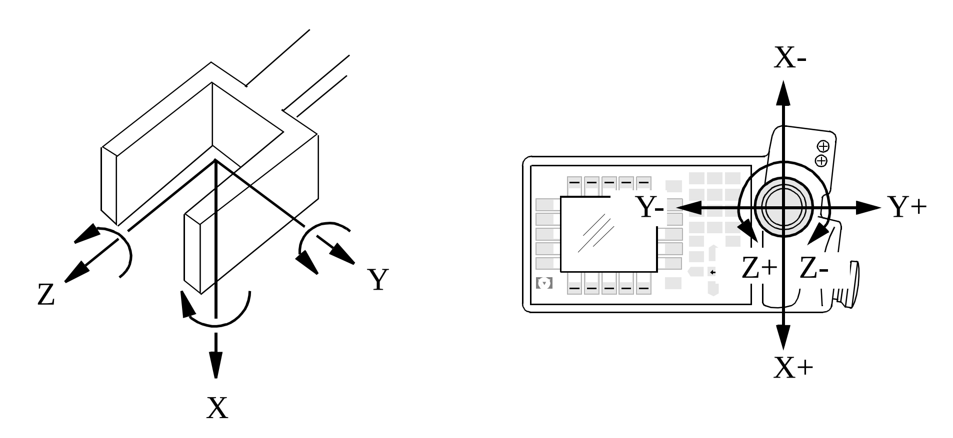


Bild 13 Umorientierung um die Achsen des Werkzeug-Koordinatensystems.

2.4 Ausrichten eines Werkzeugs mit einer Koordinatenachse

Die Z-Richtung eines Werkzeugs kann entlang der Koordinatenachse eines gewählten Koordinatensystems ausgerichtet werden. Der Winkel zwischen der Z-Richtung des Werkzeugs und den Koordinatenachsen bestimmt die Koordinatenachse, an welcher das Werkzeug ausgerichtet werden soll. Die der Z-Richtung des Werkzeugs nächstliegende Achse wird benutzt (siehe Bild 14).

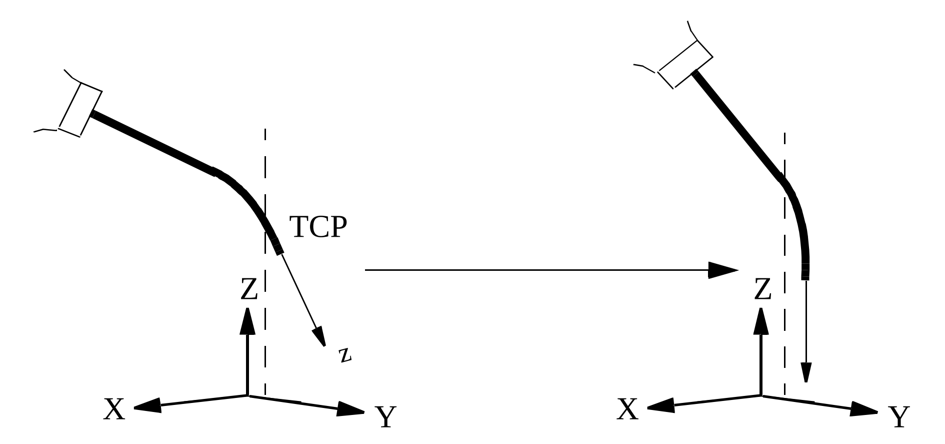


Bild 14 Das Werkzeug wird mit der Z-Achse ausgerichtet.

Die Werkzeugrichtung von Hand so nahe wie möglich zur gewünschten Richtung einstellen.

• **Spezial: Ausrichten** auswählen.

Es erscheint ein Dialogfeld, auf welchem das für die Ausrichtung benutzte Koordinatensystem angezeigt wird (siehe Bild 15).

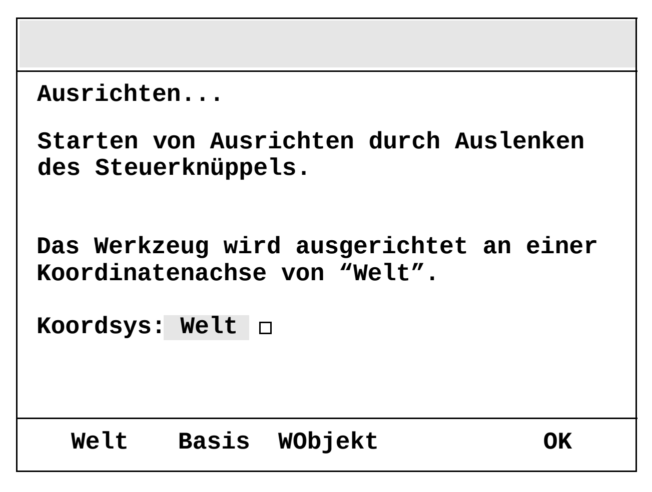


Bild 15 Das Dialogfeld für die Werkzeugausrichtung.

Um das Koordinatensystem zu wechseln, irgendeine der Funktionstaste ***Welt, Basis*** oder ***WObjekt*** betätigen.

- Um die Ausrichtung einzuleiten, die Zustimmungstaste betätigen und den Steuerknüppel bewegen. Der Steuerknüppel dient zur Regelung der Geschwindigkeit. Sobald der Roboter die gewünschte Position erreicht, wird er automatisch stillgesetzt.
- Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

2.5 Bewegen des Roboters von Hand in Richtung des Werkobjekts

- Die Tasten so einstellen, daß der Roboter geradlinig bewegt wird.
- Das Feld ***Koord*** auswählen (siehe Bild 16).
- Funktionstaste ***WObjekt*** betätigen.

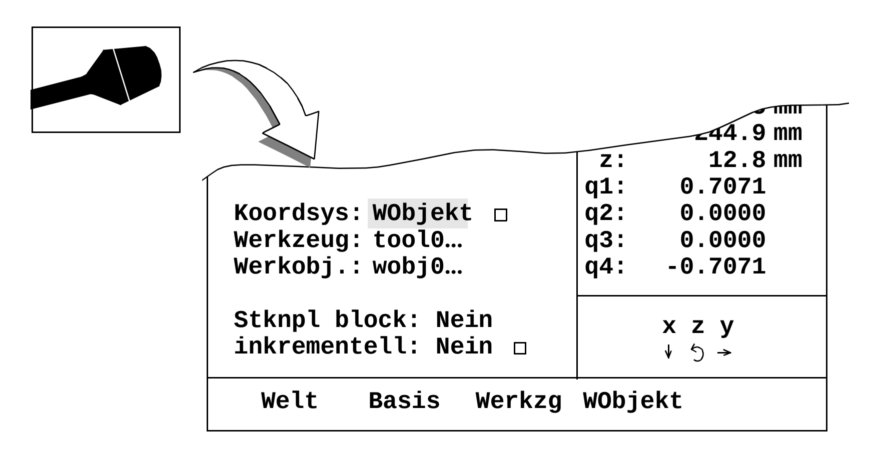


Bild 16 Angabe des Koordinatensystems im Fenster Bewegen.

Das Werkobjekt, das beim letzten Bewegen des Manipulators von Hand oder beim letzten Programmablauf verwendet wurde, wird automatisch angewählt.

Zum Wechsel des Werkobjektes:

• Das Feld ***Werkobj.*** auswählen (siehe Bild 17).

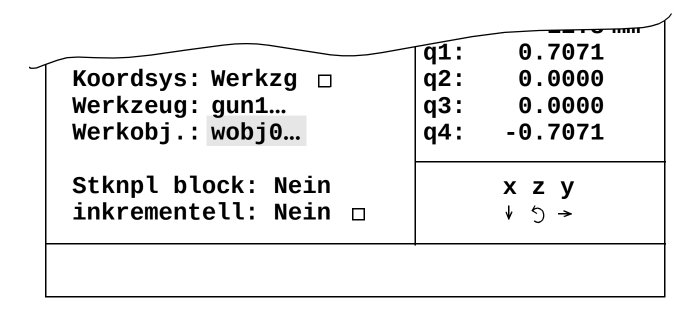


*Bild 17 Anwahl eines Werkobjekts durch das Feld **Werkobj**.*

• Enter ↵ betätigen.

• Das gewünschte Werkobjekt auf dem anschließend auf der Anzeige gezeigten Dialogfeld wählen. (*wobj0* im Dialogfeld entspricht dem Welt-Koordinatensystem.)

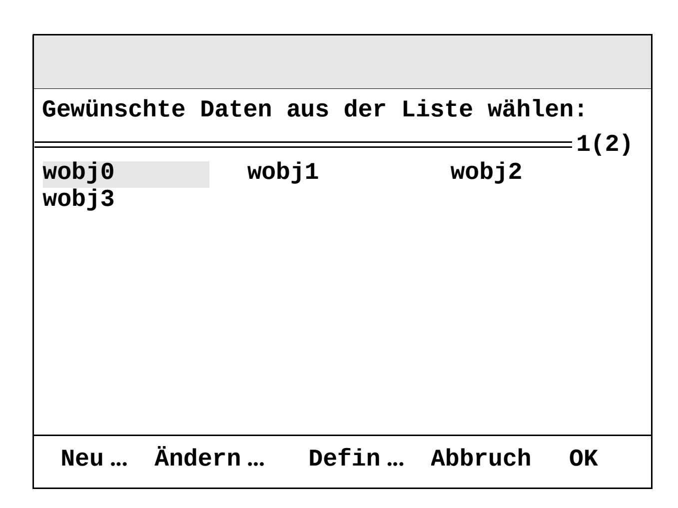


Bild 18 Ändern oder Hinzufügen eines Werkobjekts

Ein neues Werkobjekt kann wie folgt eingerichtet werden:

• ***Neu*** drücken

Die Werte eines Werkobjekts können wie folgt geändert werden:

• Folgendes drücken:
  - ***Ändern*** zur manuellen Eingabe des Werts
  - ***Definieren***, damit der Roboter zum Vermessen des Objektkoordinatensystems benutzt werden kann.

Weitere Informationen siehe Kapitel 10 ‘Kalibrierung’.

• Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

Der Roboter bewegt sich entlang der Achsen des Objektkoordinatensystems (siehe Bild 19).

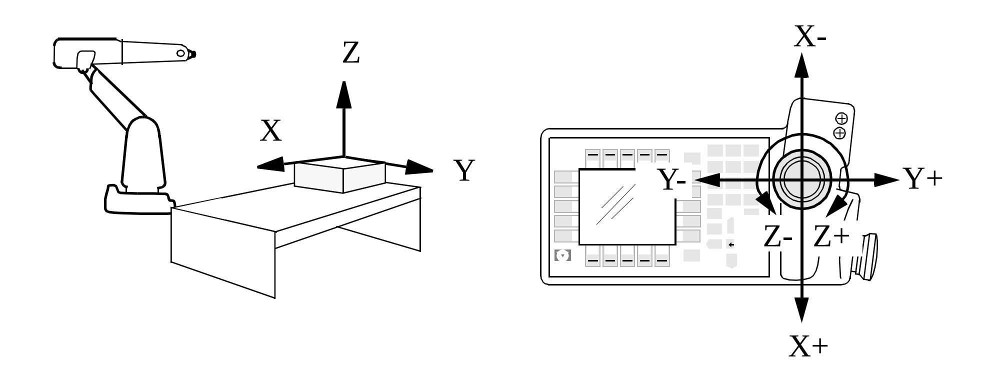


Bild 19 Lineare Bewegung im Werkobjekt-Koordinatensystem.

2.6 Bewegen des Roboters entlang einer Achse des Welt-Koordinatensystems

- Die Tasten so einstellen, daß der Roboter geradlinig bewegt wird.
- Das Feld ***Koord*** auswählen (siehe Bild 20).
- Funktionstaste ***Welt*** betätigen.

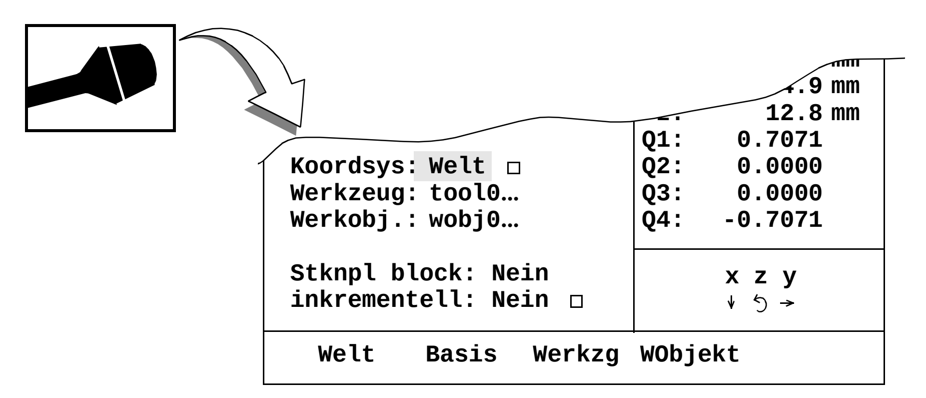


Bild 20 Angabe des Koordinatensystems im Fenster Bewegen.

Der Roboter bewegt den TCP entlang den Weltkoordinatenachsen (siehe Bild 21).

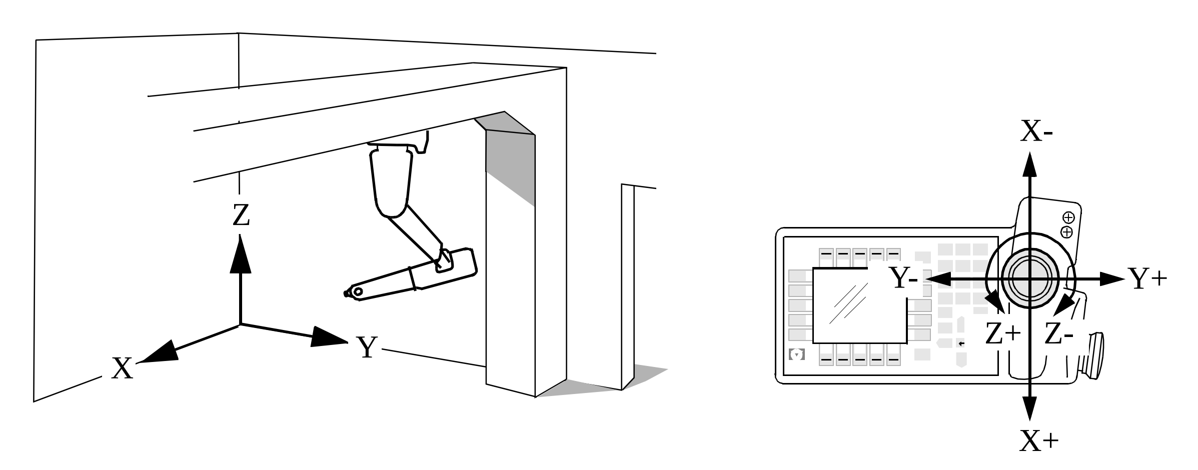


Bild 21 Die Bewegung des TCP ist unabhängig von der Roboteranbringung.

2.7 Verwendung eines raumfesten Werkzeugs

Wenn ein raumfester TCP aktiviert wurde, bewegt sich das Werkobjekt in Übereinstimmung mit dem gewählten Koordinatensystem.

2.8 Bewegen des Roboters achsenweise

- Achsenweise Bewegung durch Einstellen der Bewegungstasten auswählen (siehe Bild 22).

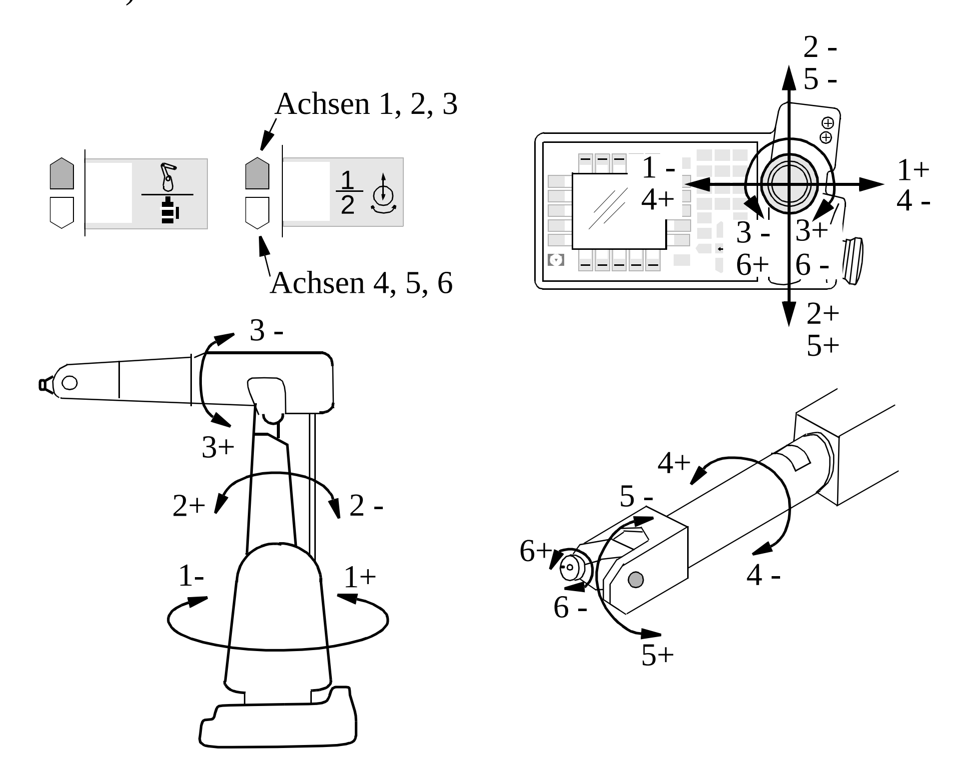


Bild 22 Angabe der zu bewegenden Achsen durch Betätigung der Tasten wie oben angegeben.

Nur die durch die Auslenkung des Steuerknüppels gewählte Achse wird bewegt; dies bedeutet, daß der TCP keine lineare Bewegung durchführt.

2.9 Inkrementelle Bewegung

Die inkrementelle Bewegung dient für eine genaue Einstellung der Werkzeugposition. Dies bedeutet, daß bei jeder Bewegung des Steuerknüppels der Manipulator sich um einen Schritt (Inkrement) bewegt. Wenn der Steuerknüppel eine oder mehrere Sekunden lang ausgelenkt wird, bewegt sich der Roboter in einer Schrittfolge, die mit einer Geschwindigkeit von 10 Schritten pro Sekunde abläuft, solange der Steuerknüppel ausgelenkt wird.

• Das Feld ***inkrementell*** auswählen (siehe Bild 23).

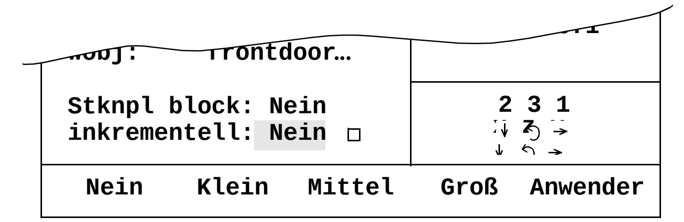


Bild 23 Angabe des Schrittmaßes im Feld inkrementell.

• Das Schrittmaß ist mit Hilfe der Funktionstasten anzugeben.

- ***Nein:*** Normale (kontinuierliche) Bewegung
- ***Klein:*** Etwa 0,05 mm oder 0,005° je Steuerknüppelauslenkung
- ***Mittel:*** Etwa 1 mm oder 0,02° je Steuerknüppelauslenkung
- ***Groß:*** Etwa 5 mm oder 0,2° je Steuerknüppelauslenkung
- ***Anwender:*** Vom Anwender definierbare Schrittweite

Mit der Taste **---** kann man die inkrementelle Bewegung ein- und ausschalteten.

Zur Festlegung der vom Anwender definierbaren inkrementellen Schrittweite:

• **Spezial: Inkremente** auswählen

Es erscheint ein Dialogfeld mit einer Anzeige der Werte für die inkrementelle Schrittweite der verschiedenen Bewegungsarten (siehe Bild 24).

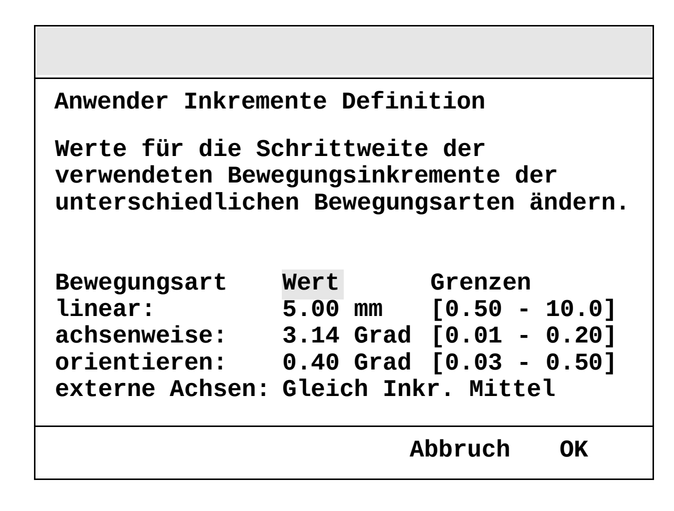


Bild 24 Das Dialogfeld zur Festlegung der definierbaren inkrementellen Schrittweite.

• Den Wert (oder die Werte) ändern und zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

2.10 Bewegen einer nichtsynchronisierten Achse von Hand

Ist der Manipulator oder eine externe Einheit nicht synchronisiert, dann können diese nur mit jeweils einem Motor bewegt werden.



Der Arbeitsbereich wird nicht geprüft. Dies bedeutet, daß der Roboter bis zum mechanischen Endanschlag bewegt werden kann.

3 Bewegen externer Achsen von Hand

3.1 Anwahl von externen Einheiten

Sollen mehrere externe Einheiten benutzt werden, sind diese aus dem Fenster ‘Bewegen’ auszuwählen.

• Bewegungstaste auf der externen Einheit einstellen.

• Das Feld ***Einheit*** anwählen (siehe Bild 25).

• Mit den Funktionstasten eine Einheit auswählen.

Wenn bei Verwendung von mehr als 5 externen Einheiten die erforderliche Einheit nicht im Funktionstastendialog finden, Enter betätigen und die gewünschte Einheit aus dem neuen Dialog wählen.

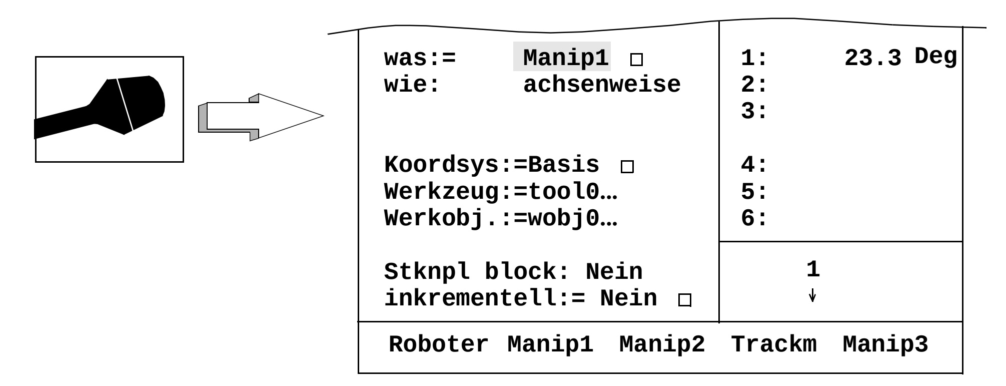


Bild 25 Angabe des von Hand zu bewegenden Geräts im Feld ***was****.*

Von jetzt an kann die Taste zum Umschalten zwischen

der zuletzt ausgewählten externen Einheit und dem Roboter benutzt werden.

3.2 Bewegen von externen Achsen in der Bewegungsart achsenweise

- Die gewünschte Achsengruppe mit den Bewegungstasten auswählen (siehe Bild 26). Bei Benutzung mehrerer externer Einheiten siehe Abschnitt 3.1 *Auswählen von externen Einheiten*.

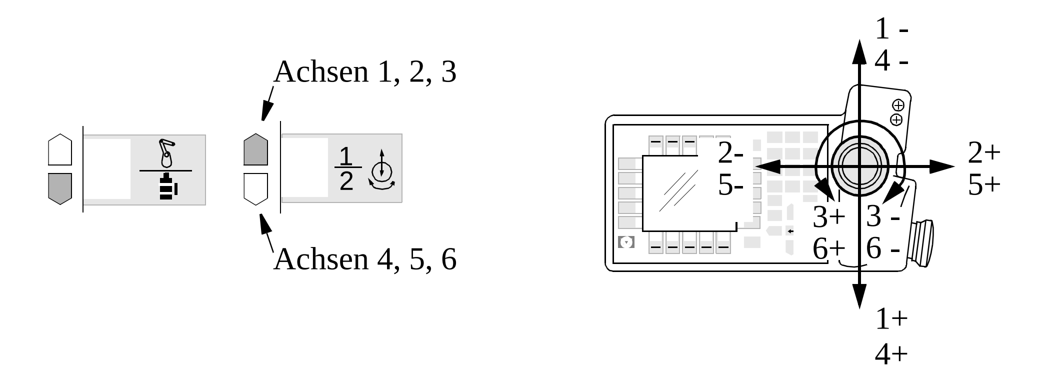


Bild 26 Angabe der zu bewegenden externen Achsen durch Einstellung der Tasten wie oben.

3.3 Weitere Informationen

Wird eine Achse mit dem Roboter (definiert durch das ausgewählte Werkobjekt) koordiniert, wird auch der Roboter beim Verfahren bewegt. Der TCP bewegt sich jedoch nicht in Beziehung zum Werkobjekt.

Soll die Einheit unkoordiniert bewegt werden, ist ein Werkobjekt auszuwählen, das nicht mit einer koordinierten Einheit verbunden ist, z.B. *Werkobj0* im Feld ***Werkobj***.

3.4 Bewegen von externen Einheiten mit dynamischen Modellen

Wenn eine externe Einheit über ein dynamisches Modell verfügt, benötigt sie auch Lasten. Die einzige Möglichkeit eine Last zu bestimmen ist die Abarbeitung eines Programmes mit der Instruktion **MecUnitLoad**. Geschieht dies nicht, ist die zuletzt verwendete oder die Standardlast aktiv. Beachten sie, daß die Einheit IRPB_250K zwei Lasten benötigt.

Eingänge und Ausgänge

1 Allgemeines

Der Industrieroboter kann mit digitalen und analog Signalen bestückt werden. Die Signale werden in den Systemparametern benannt und konfiguriert. Ihnen können außerdem verschiedene Systemmaßnahmen zugeordnet werden, z.B. Programmstart.

Zusätzlich kann das Robotersystem mit Druckern und Computern via serielle Kanäle und Ethernet kommunizieren.

1.1 Das Fenster Eingänge/Ausgänge

• Taste Eingänge/Ausgänge betätigen, um das Fenster zu öffnen.

Das Fenster zeigt eine Liste der entsprechenden Signale oder Einheiten an. Es enthält außerdem Informationen über die Zustände der Signale (siehe Beispiel in Bild 1).

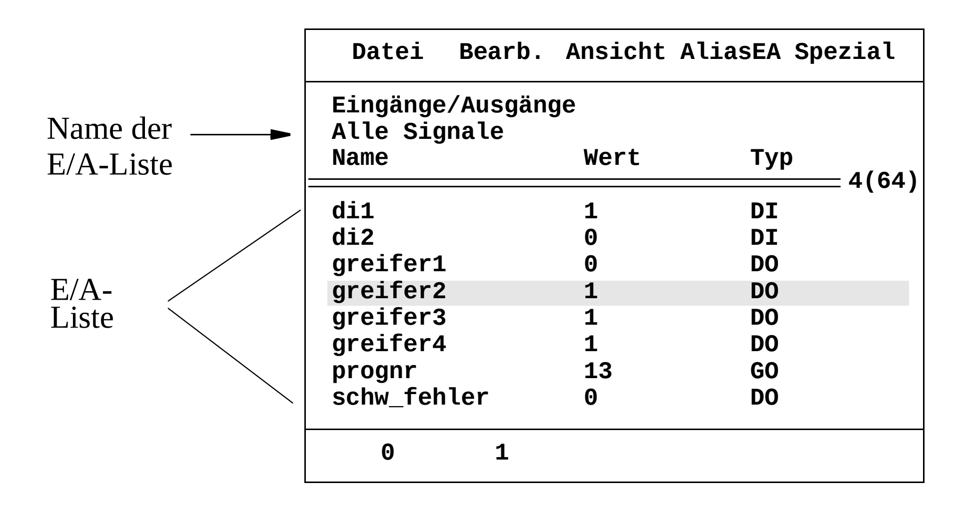


Bild 1 Das Fenster Eingänge/Ausgänge zeigt eine Liste der verfügbaren Signale oder E/A-Einheiten.

Die in diesem Fenster gezeigte Information wird automatisch jede Sekunde aktualisiert.

1.2 Anwahl einer E/A-Liste

- Sie können entscheiden, welche Signale Sie kontrollieren wollen, indem Sie eine der Listen auf dem Menü **Ansicht** oder **AliasEA** anwählen.

Ansicht:

Listenname	Informationen in der Liste
Ausgewählte	Der Zustand der wichtigsten (am meisten) verwendeten Signale. Diese Liste kann der Roboterinstallation angepaßt werden.
Alle Signale	Der Zustand aller Signale.
Dig. Eingänge	Der Zustand aller digitalen Eingangssignale.
Dig. Ausgänge	Der Zustand aller digitalen Ausgangssignale.
Analoge	Der Zustand aller analogen Eingangs- und Ausgangssignale.
Gruppen	Der Zustand aller digitalen Signalgruppen.
Sicherheit	Der Zustand aller Sicherheitssignale.
E/A Einheiten	Typ und Einbauplatz aller E/A-Einheiten.
E/A Einheit: *Name*	Zustand und Position aller Signale auf einer Einheit. Um die Liste anzuzeigen: • **Ansicht: E/A Einheiten** wählen. • Die gewünschte Einheit anwählen und Enter ↵ betätigen.
Gruppe: *Name*	Zustand und Position aller Signale in einer Signalgruppe. Um die Liste anzuzeigen: • **Ansicht: Gruppen** wählen. • Die gewünschte Einheit anwählen und Enter ↵ betätigen.

AliasEA:

Listenname	Informationen in der Liste
Alle Signale	Der Zustand aller Signale.
Dig. Eingänge	Der Zustand aller digitalen Eingangssignale.
Dig. Ausgänge	Der Zustand aller digitalen Ausgangssignale.
Analoge	Der Zustand aller analogen Eingangs- und Ausgangssignale.
Gruppen	Der Zustand aller digitalen Signalgruppen.

Dient zur Anzeige von AliasEA RAPID Variablen eines RAPID-Programms.

Beispiel: "VAR signaldo alias_do1;"

"AliasIO do_1, alias_do1;"

Hinweis: Eine VAR Deklaration muß global im Modul erfolgen.

Nach Abarbeitung der Instruktion "AliasIO do_1, alias_do1" kann das AliasEA-Signal alias_do1 im Menü -AliasEA- auf die gleiche Art und Weise dargestellt werden wie normale Signale im Menü -Ansicht-.

Das Signal alias_do1 ist nach Abarbeitung der Instruktionis aktiv und kann angezeigt werden. Es ist so lange aktiv, bis das RAPID Programm vom Anfang an getartet wird.

Wird der Programmzeiger manuell auf die Routine haupt gesetzt ("PZ --> haupt"), geht die Alias-Verbindung bis zur nächsten Abarbeitung der Instruktion AliasIO im Programm verloren.

1.3 Definition der Liste von *Ausgewählten E/A's*

Für einen leichten Zugriff auf die am häufigsten verwendeten Signale, kann der Inhalt der Liste *Ausgewählte* festgelegt werden.

• **Datei: Voreinstellungen** wählen.

Sämtliche Signale werden angezeigt. Diejenigen Signale, die mit einem "x" auf der linken Seite des Namen gekennzeichnet sind, erscheinen in der Liste *Ausgewählte* (siehe Bild 2).

Setzen: Ausgewählte Signale

Name	Ausgewählt	Typ	4(64)
di1	x	DI	
di2		DI	
grip1	x	DO	
grip2	x	DO	
grip3	x	DO	
grip4	x	DO	
progno		GO	
welderror		DI	

Auswahl→ exkl. Abbruch OK

Bild 2 Sie bestimmen die Signale, die in der Liste Ausgewählte enthalten sein sollen.

• Um ein Signal in die Liste aufzunehmen, das entsprechende Signal anwählen und ***inkl.*** betätigen. Dieses Signal wird dann mit einem "x" auf der linken Seite des Namens markiert.

• Um ein Signal aus der Liste zu entfernen, das entsprechende Signal anwählen und ***exkl.*** betätigen. Dieses Signal bleibt im Fenster, das "x" auf der linken Seite des Signalnamens wird jedoch gelöscht.

• ***Auswahl*** betätigen.

Dann werden die Signale in der Liste *Angewählte* angezeigt (siehe Bild 3).

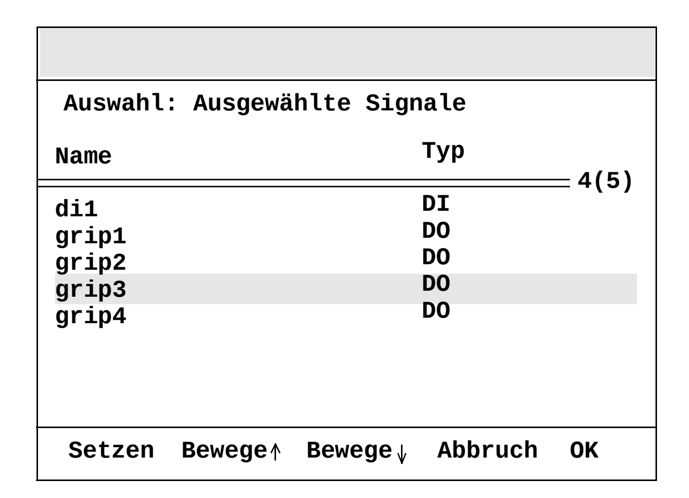


Bild 3 Die Reihenfolge der Signale in der Liste kann im Dialogfeld Ausgewählte E/A Auswahl angegeben werden.

- Mit Hilfe die Pfeile ***Bewege*** können Sie die Reihenfolge der Signale ändern. Das angewählte Signal wird jedesmal um einen Schritt bewegt.
- Signal definieren und ***OK*** betätigen. Wenn sie auf das Dialogfeld *Angewählte E/A Setzen* zurückspringen wollen, ***Setzen*** betätigen.

2 Änderung der Signalzustände



Robotereinrichtungen können durch die Änderung eines Signalzustand beeinflußt werden (z.B. eine Bewegung startet oder ein Teil fällt hinunter).
Bitte beachten Sie die Sicherheitsvorschriften in Bezug auf die Gefährdung von Personen. Bestimmte Vorgänge können auch den Manipulator oder andere Ausrüstung beschädigen.

2.1 Änderung des Zustands eines digitalen Ausgangs

- Den digitalen Ausgang anwählen.
- Den gewünschten Zustand mit den Funktionstasten anwählen (siehe Bild 4).

```
  Datei   Bearb.  Ansicht AliasEA Spezial

 Eingänge/Ausgänge
 Alle Signale
 Name                 Wert        Typ
                                        4(64)
 di1                  1           DI
 di2                  0           DI
 greifer1             0           DO
 greifer2             1           DO
 greifer3             1           DO
 greifer4             1           DO
 prognr               13          GO
 schw_fehler          0           DO

     0        1
```

Bild 4 Änderung des Zustands eines digitalen Ausgangs direkt mit Hilfe der Funktionstasten .

2.2 Zustandesänderung eines analogen Ausgangs oder einer Ausgangsgruppe

• Das Signal anwählen und ***Ändern*** betätigen (siehe Bild 5).

```
  Datei   Bearb.  Ansicht AliasEA Spezial

 Eingänge/Ausgänge
 Alle Signale
 Name                 Wert         Typ
                                        4(64)
 di1                  1            DI
 di2                  0            DI
 greifer1             0            DO
 greifer2             1            DO
 greifer3             1            DO
 greiferprognr4       1            DO
 prognr               13           GO
 schw_fehler          0            DO

  Ändern
```

Bild 5 Um eine Gruppe von Ausgängen oder ein analoges Ausgangssignal zu ändern, Ändern anwählen und einen Zustand auf der Zifferntastatur eingeben.

Ein Dialogfeld wird angezeigt, in dem Sie einen beliebigen Zustand eingeben können.

• Den gewünschten Zustand mit Hilfe der Zifferntastatur eingeben und ***OK*** betätigen.

Sie können auch den Zustand einer Ausgangssignalgruppe, von einem Signal zum anderen durch Betätigen von Enter ↵ und Änderung jeweils eines Signals ändern.

3 Anzeige von Informationen

3.1 Um Informationen über ein vorgegebenes Signal anzuzeigen

• Das gewünschte Signal anwählen und Enter ↵ betätigen.

Folgende Informationen werden angezeigt:

- Signalname
- Signaltyp
- Zustand des Signals
- physikalische Verbindung
- Querverbindung (wenn vorhanden)
- usw.

• Zum Beenden ***OK*** betätigen.

3.2 Anzeige einer Liste aller digitalen Signale auf einer Karte

• Durch Anwahl von **Ansicht: E/A Einheiten** die Einheiten-Liste aufrufen.

• Die gewünschte Einheit anwählen und Funktionstaste ***Zustand*** betätigen.

Auf der Anzeige erscheinen die Zustand aller zugehörigen digitalen Signale der angewählten E/A-Einheit (siehe Bild 6). Die Zustände der Signale werden durch 1 oder 0 angezeigt, wobei 1 einer Spannung von +24 V, während 0 = 0 V entspricht.
Ein „x“ bedeutet, daß das Signal nicht umgesetzt ist (nicht in einem Programm benutzt werden kann).
Ein „?“ bedeutet, daß der Signalwert nicht gelesen werden kann.

```
Signalzustand     E/A Einheit: ARCW1

Signal    Wert
=====================================
DI 001-008   1 0 1 1 1 1 0 0
DI 009-016   0 0 0 0 0 0 0 0
DO 001-008   1 0 1 0 1 0 1 0
DO 009-016   1 0 1 1 x 1 ? 0

                                OK
```

Bild 6 Die Zustände aller digitalen Signale auf einer E/A-Einheit werden in einer Signalliste zusammen angezeigt.

• ***OK*** betätigen, um die Signaltabelle zu verlassen.

3.3 Drucken einer E/A-Liste

• Die gewünschte E/A-Liste auf dem Menü **Ansicht** anwählen.

• **Datei: Drucken** wählen.

Es erscheint ein Dialogfeld (siehe Bild 7).

```
Ein-/Ausgänge Drucken

Daten zu Drucken: Alle Signale
Signalinfo hinzu: Nein □

Druck in Datei: Nein □

    Ja     Nein          Abbruch Drucken
```

Bild 7 Sie können den Bereich der Informationen und das Ziel angeben.

- Im Feld ***Signalinfo hinzu*** bitte angeben, wieviel ausgedruckt werden soll:
  - ***Nein*** drücken, um die Liste auszudrucken.
  - ***Ja*** drücken, um weitere Informationen über Signale wie zum Beispiel ihre Konfiguration auszudrucken.
- Ziel auf dem Feld ***Drucken in Datei*** wählen:
  - ***Nein*** drücken zwecks Ausgabe auf den mit dem Robotersystem verbundenen Drucker.
  - ***Ja*** drücken, um die Liste in einer Datei zu speichern. Eine zusätzliche Zeile mit dem Dateinamen wird angezeigt. Um den Dateinamen zu ändern, ihn anwählen und Enter ↵ betätigen.
- Druckausgabe durch Betätigen von ***Drucken*** einleiten.
- Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

3.4 Blockierte Signale

Ist ein Signal blockiert, so ist die Verbindung zwischen dem logischen und dem physikalischen Signal unterbrochen.

- Blockierte Eingangssignale behalten ihren im Fenster Eingänge/Ausgänge gesetz Wert, unabhängig vom Zustand des entsprechenden physikalischen Eingangskanals.
- Blockierte Ausgangssignale können im Fenster Eingänge/Ausgänge oder von einem RAPID Programm aus gesetzt werden, ohne den Zustand des entsprechenden physikalischen Ausgangskanals zu beeinflussen.

Blockieren von Signalen und Signalgruppen

Standardmäßig ist die Funktion E/A Block gesperrt. Zur Freigabe:

- **Bearb.: Funktionstaste Block freigeben** wählen.

Durch Auswahl des Signals aus der E/A Liste und durch betätigen der Funktionstaste ***Block*** wird ein Signal blockiert. Die Funktionstaste ist nicht sichtbar, wenn das Signal aus bestimmten Gründen nicht blockiert werden kann. Um anzuzeigen, daß ein Signal blockiert ist, wird der Signalwert in Anführungszeichen dargestellt, z.B. “1” oder “1.23”.

Freigabe von Signalen

Um Signale wieder freizugeben, z.B. um die Verbindung zwischen dem physikalischen und dem logischen Signal wieder herzustellen, das Signal auswählen und die Funktionstaste ***Frei*** betätigen.

Zur Freigabe aller Signale:

Bearb.: Alle Signale freigeben wählen.

4 E/A Bus-Verbindung wiederherstellen

Im Menü **Spezial** findet man den Menüpunkt **E/A Busse**. Den gewünschten Bus auswählen und die Funktionstaste ***Neustart*** betätigen. Hiermit wird die unterbrochene Verbindung zu einem Bus wiederhergestellt. Dies ist sowohl in Automatik als auch im Ein-richtbetrieb möglich. (Siehe Bild 8).

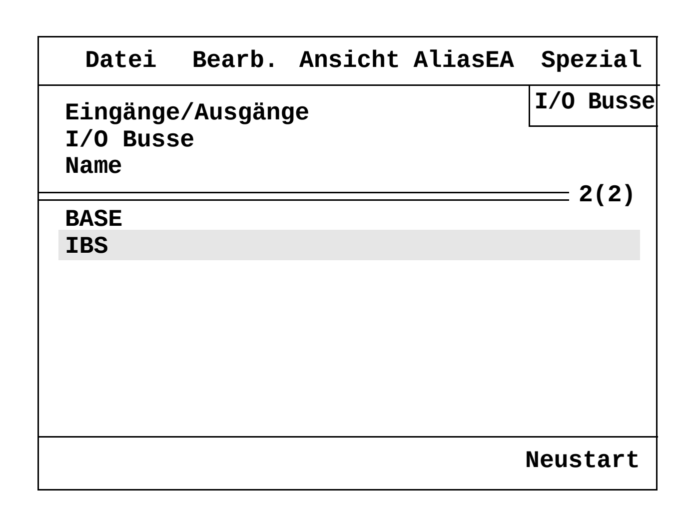


Bild 8 Menü -Spezial- im E/A-Fenster zur Wiederherstellung einer Bus-Verbindung

Programmierung und Test

1 Erstellen eines neuen Programms

1.1 Was ist ein Programm?

Ein Programm (Programm-Modul) besteht aus einer Folge von Instruktionen und Daten, die in der Programmiersprache RAPID geschrieben wurden, um den Industrieroboter sowie die Peripheriegeräte zu steuern.

Das Programm besteht üblicherweise aus drei verschiedenen Teilen:

- Einer haupt-Routine
- Mehreren Routinen
- Programmdaten.

Außerdem enthält ein Programmspeicher Systemmodule (siehe Bild 1).

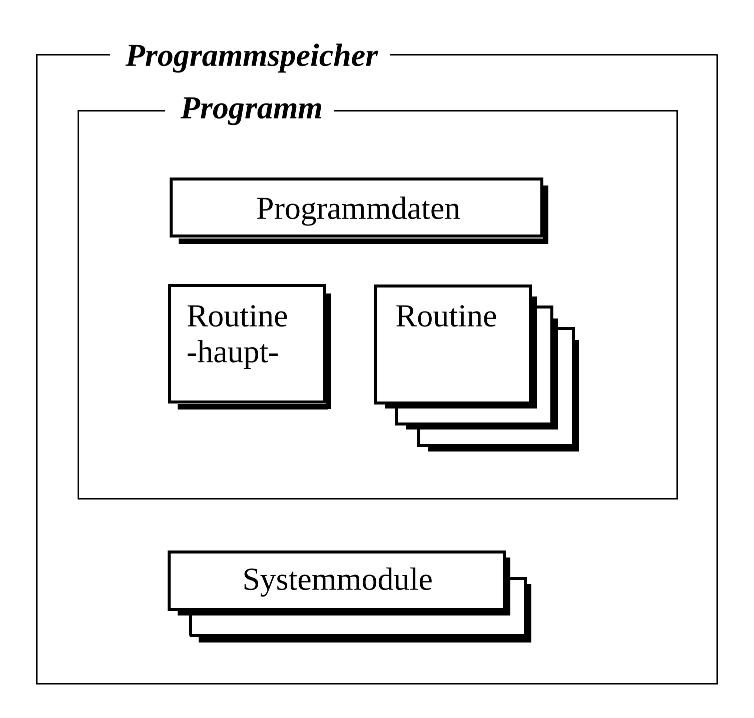


Bild 1 Die Programminstruktionen steuern den Industrieroboter und die Peripheriegeräte.

Der Programmablauf fängt mit der *haupt-Routine* an.

Routinen werden verwendet, um das Programm in kleinere Abschnitte zu unterteilen. Dies erzeugt ein leichter lesbares Programm. Die Routinen werden von der haupt-Routine oder einer anderen Routine aufgerufen. Nachdem die aufgerufene Routine abgearbeitet ist, wird in der haupt-Routine (oder der aufrufenden Routine) die nächste Instruktion ausgeführt.

Programmdaten definieren Positionen, numerische Werte (Register, Zähler), Koordinatensysteme usw. Um zum Beispiel eine Position neu zu definieren oder einen Zähler zu addieren, können die Daten entweder von Hand oder auch durch das Programm geändert werden.

Jede *Instruktion* definiert eine bestimmte Aufgabe, wie zum Beispiel Bewegung des Roboters, Setzen eines Ausgangssignals, Änderung von Daten oder Sprünge innerhalb des Programms. Während des Programmablaufs werden die Instruktionen nacheinander in der programmierten Reihenfolge verarbeitet.

Systemmodule sind Programmteile, die stets im Speicher vorhanden sind. Hierzu gehören Abläufe und Daten, die unabhängig vom produzierten Teil immer installiert sind. Zum Beispiel werden Werkzeuge und Wartungsroutine in den Systemmodulen abgelegt.

1.2 Das Fenster Programm

Programmierung und Test werden im Fenster Programm durchgeführt.

- Programmtaste betätigen, um das Fenster zu öffnen.

Das Fenster Programm besteht aus einer Anzahl von verschiedenen Fenstern. Diese können mit dem **Ansicht** Menü angewählt werden.

Fenstertitel	Anwendung:
Programm Instruktionen	Programmieren und Änderung der Instruktionen
Programm Routinen	Wahl oder Erstellung von neuen Programmen
Programm Daten	Erstellung oder Änderung von Daten
Programm Datentypen	Bestimmte Art von Daten anwählen
Programm Test	Programme testen
Programm Module	Module anzeigen, ändern und erzeugen

1.3 Erstellen eines neuen Programms

- **Datei: Neu...** anwählen.

Wenn für den Roboter bereits ein Programm geladen, aber noch nicht gespeichert wurde, erscheint ein Dialogfeld mit der Frage, ob Sie es speichern wollen oder nicht. Dann **Datei: Neu...** erneut wählen.

- Den Namen des Programms auf dem erscheinenden Dialogfeld angeben. (Siehe Kapitel 5, Einschaltvorgang – *Angabe von Text auf dem Programmiergerät* in diesem Handbuch, das die Handhabung des Texteditors beschreibt.)
- Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

Ein Programm mit der Routine *haupt* wird erstellt, in haupt sind noch keine Instruktionen.

1.4 Laden eines vorhandenen Programms

• **Datei: Öffnen** auswählen.

Ein Dialogfeld erscheint und zeigt alle Programme im aktuellen Verzeichnis an (siehe Bild 2).

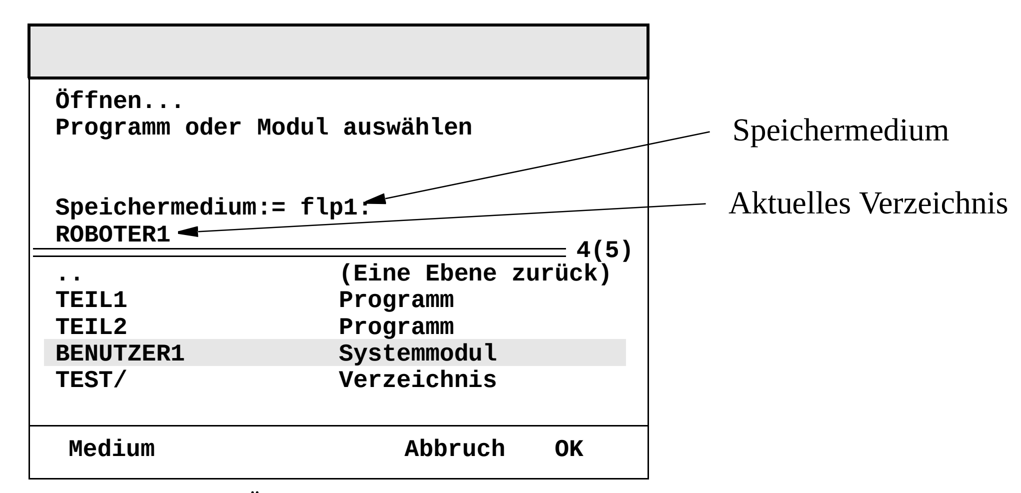


Bild 2 Das zum Öffnen von Programmen verwendete Dialogfeld.

• Falls notwendig das Speichermedien durch Betätigen von ***Medium*** ändern, bis die korrekte Einheit erscheint.

• Das gewünschte Programm anwählen. Durch Anwahl der Pfeiltasten das Verzeichnis wählen und mit Enter ↵ betreten.

• Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

Ist ein Programm schon im System geladen, aber noch nicht sichgerstellt und soll ein weiteres Programm geöffnet werden, erscheint ein Dialogfeld mit der Frage, ob das alte Programm abgespeichert werden soll oder nicht.

Tip: Wenn das Programm einen Fehler enthält, wird bei Anwahl von **Datei: Programm kontrollieren** dieser Fehler angezeigt.

Hinweis: Ist ein Programm in den Programmspeicher geladen, benötigt es etwa dreimal soviel Speicher im Vergleich zu der Größe der Datei auf der Diskette.

2 Definieren von Werkzeugen und Werkobjekten

Bevor mit der Programmierarbeit begonnen wird, sind die Werkzeuge, die Werkobjekte und sonstige, zur Benutzung vorgesehene Koordinatensysteme unbedingt zu definieren. Je genauer dies getan wird, desto besser sind die erhaltenen Ergebnisse.

Siehe Kapitel 10 ‘Kalibrierung’.

3 Erstellen von neuen Routinen

3.1 Was ist eine Routine?

Vor Beginn der Programmierung ist die Struktur des Programms zu durchdenken.

- Das Programm sollte in verschiedene Routinen unterteilt werden, um es übersichtlicher zu gestalten.
- Häufig im Programm vorkommende Instruktionsfolgen, wie zum Beispiel Greiferbetätigung bilden eine eigene Routine.

Bild 3 zeigt das Beispiel eines einfachen Programms; der Roboter beschickt eine Maschine. Bild 4 veranschaulicht die Programmstruktur.

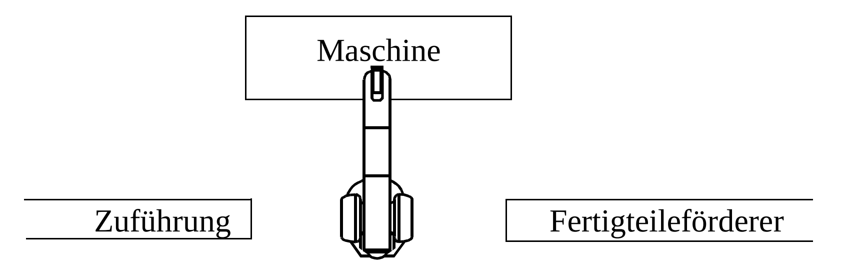


Bild 3 Der Manipulator beschickt eine Maschine, die das Werkstück bearbeitet.

Zunächst entnimmt der Roboter ein Werkstück von der Zuführung und übergibt es der Maschine, wo das Werkstück bearbeitet wird. Nach Beendigung der Bearbeitung nimmt der Roboter das Werkstück und legt es auf den Fertigteileförderer.

Die haupt-Routine setzt sich aus den Aufrufen von Routinen zusammen, welche dem Arbeitszyklus des Robotersystems entsprechen (siehe Bild 4).

Da der Greifer das Werkstück mehrmals während des Programmablaufs einspannt und losläßt, ist es am besten, separate Routinen hierfür einzurichten, die von verschiedenen Stellen im Programm aufgerufen werden können.

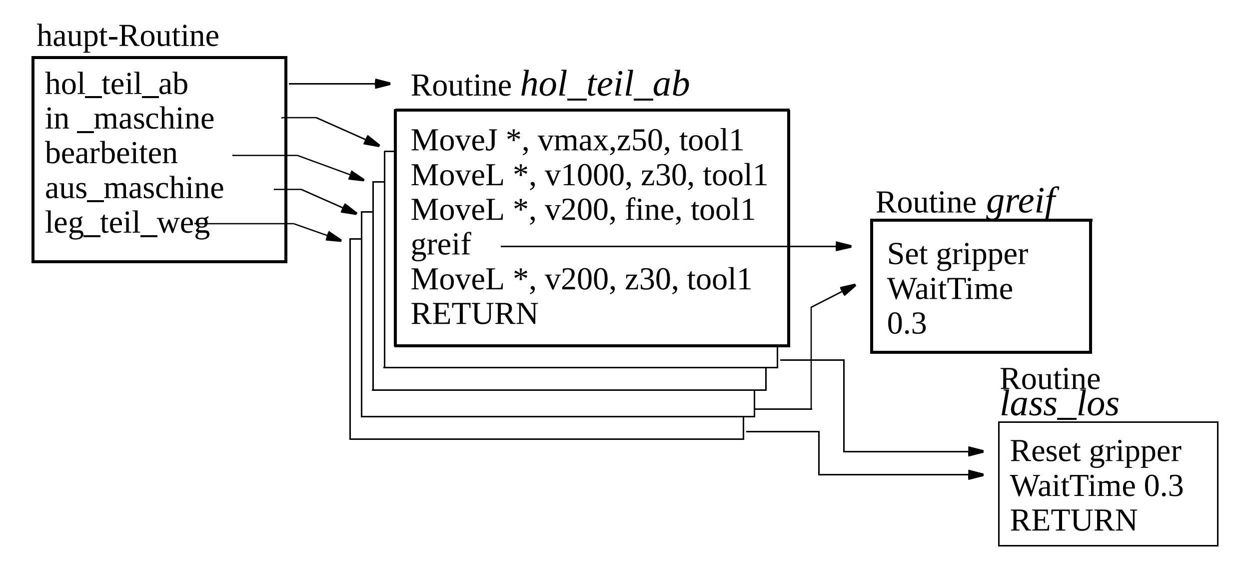


Bild 4 Weitere Angaben zu diesem Beispiel siehe Kapitel 17 ‘Programmbeispiele’.

Es gibt drei verschiedene Typen von Routinen: Prozeduren, Funktionen und Interrupt Routinen.

Eine *Prozedur* besteht aus Instruktionen, die eine besondere Aufgabe erfüllen, wie zum Beispiel Bewegen oder Ausgänge ansteuern.

Eine *Funktion* liefert immer ein Resultat und wird beispielsweise verwendet, um eine Position zu verschieben oder eine Eingabe zu lesen.

Eine *Interrupt Routine* wird für die Behandlung von Interruptsignalen verwendet.

Jede Routine besteht aus vier Teilen: Deklarationen, Daten, Instruktionen und Fehlerbehandlung (siehe Bild 5).

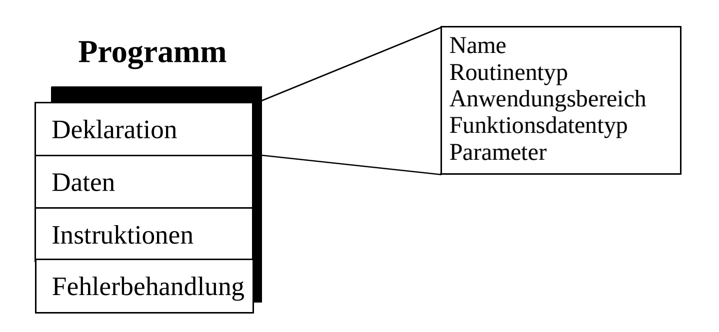


Bild 5 Eine Routine umfaßt Deklarationen, Daten, Instruktionen und Fehlerbehandlung.

Die *Deklaration* gibt unter anderem Routinenparameter an. Diese erweitern den Anwendungsbereich der Routine. Eine Routine, die den Manipulator zum Beispiel eine gewisse Strecke in Richtung des Werkzeugs bewegt, kann diesen Strecke als Parameter verwenden. Die Routine kann dann mit verschiedenen Abständen abgerufen und deshalb für die Bewegung des Manipulators in verschieden lange Strecken verwendet werden.

Die *Fehlerbehandlung* übernimmt automatische die Behandlung von Fehlern (siehe *Fehlerbehandlung* auf Seite 58).

3.2 Das Fenster Programm Routinen

• **Ansicht: Routinen** anwählen, um das Fenster zu öffnen.

Das Fenster zeigt die vorhandenen Routinen und, wenn eine Funktion dabei ist, auch den Datentyp dieser Funktion (siehe Bild 6)

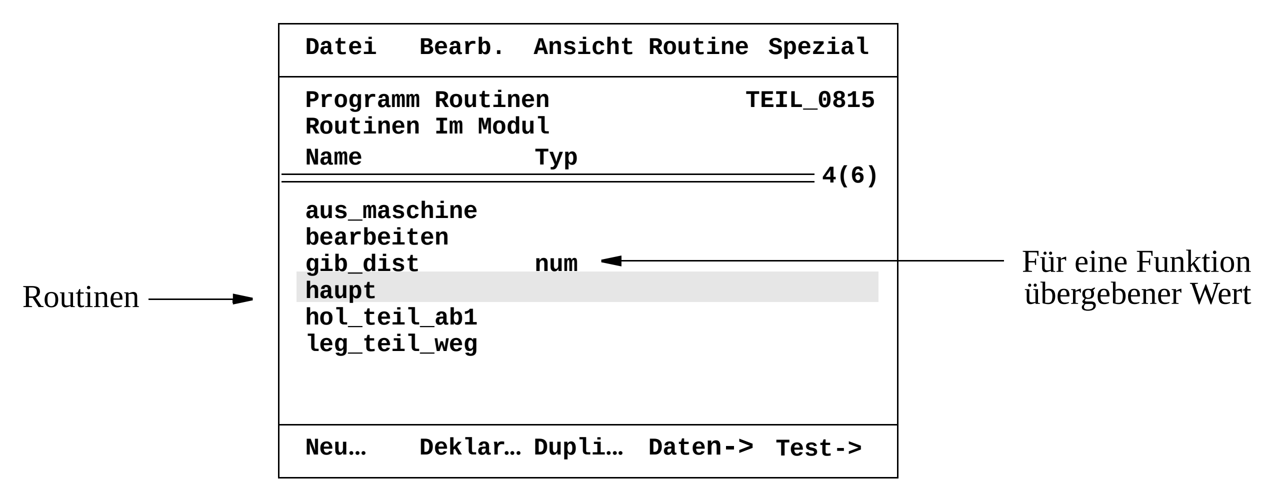


Bild 6 Das Fenster Programm Routinen dient für die Anzeige aller für das Programm verwendeten Routinen.

3.3 Erstellen einer neuen Routine

- Das Fenster *Programm Routinen* durch Anwahl von **Ansicht: Routinen** öffnen.
- Funktionstaste ***New*** drücken.

Ein Dialogfeld erscheint und zeigt den Namen der Routine an (Bild 7). Der Name der Routine ist auf *routineN* gesetzt, wo *N* eine Zahl ist, die bei jedem Erstellen einer Routine um 1 erhöht wird.

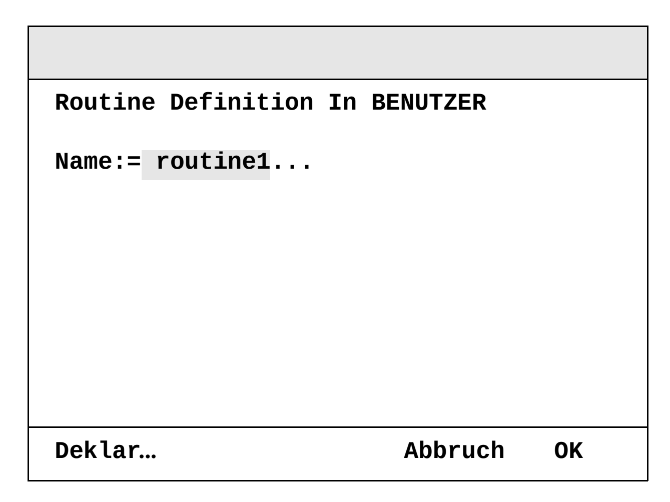


Bild 7 Eine neue Routine wird erstellt

- Zum Ändern des Namens ist Enter ↵ zu betätigen und ein neuer Name einzugeben.

Wird ein normales Unterprogramm (Prozedur) ohne Parameter gewünscht, dann ist hier die Definition durch Drücken von ***OK*** zu beenden. In anderen Fällen sind die Eigenschaften der Routine festzulegen.

- Funktionstaste ***Deklar*** betätigen.

• Zum Ändern der Eigenschaften der Routine ist ein entsprechendes Feld auszuwählen. Anschließend

- Enter [↵] betätigen und die gewünschte Alternative im Dialogfeld angeben, das auf der Anzeige erscheint (mit ... markierte Felder).
- Mit Hilfe der Funktionstasten eine Alternative anwählen (mit einem □ markierte Felder).

Feld	Beschreibung
Name	Der Name einer Routine (max. 16 Zeichen).
Typ	Angabe, ob die Routine eine Prozedur (***Proz***), eine Funktion ***(Funkt)*** oder eine Interruptroutine ***(Inter)*** ist.
Im Modul	Das Modul, in dem die neue Routine verwendet wird.
Datentyp	Der Rückgabewert für den Datentyp (nur bei Funktionen angeben).

Soll die Routine keine Parameter enthalten, kann die Definition durch Drücken von ***OK*** beendet werden. In anderen Fällen sind die Parameter ebenfalls zu definieren.

• Zum Auswählen der Parameterliste Taste List [☰] drücken.

• Durch Betätigen der Funktionstaste ***Neu*** einen Parameter zufügen.

Die neuen Parameter werden nach dem angewählten Parameter im Verzeichnis gesetzt. Es ist jedoch auch möglich, den Parameter um eine Zeile nach oben (***Beweg*** ↑) oder eine Zeile nach unten (***Beweg*** ↓) zu bewegen (siehe Bild 8).

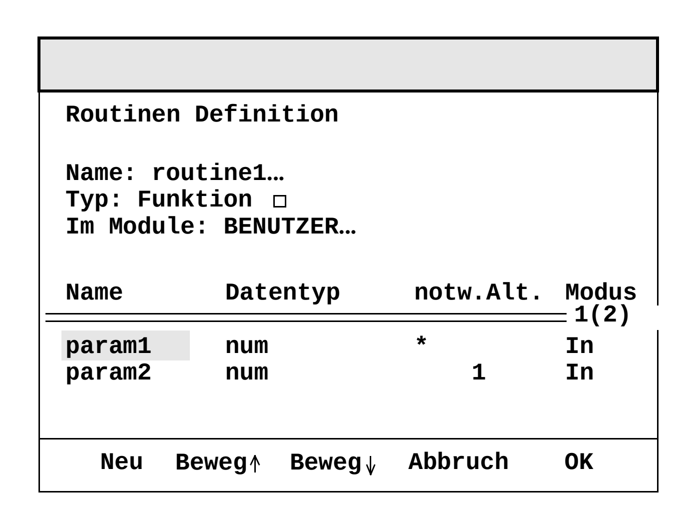


Bild 8 Das für die Definition von Parametern verwendete Dialogfeld.

• Durch Anwahl des entsprechenden Feldes Name und Eigenschaften des Parameters ändern. Dann:

- Enter [↵] betätigen und gewünschte Alternative in das erscheinende Dialogfeld eingeben.
- Mit Hilfe der Funktionstasten eine Alternative anwählen.

Feld	Beschreibung
Name	Der Parametername (max. 16 Zeichen).
Datentyp	Datentyp des Parameters.
notwendig	Eingabe, ob der Parameter bei einem Aufruf unbedingt erscheinen muß (***Ja***) oder ausgelassen werden kann (***Nein***) - im Verzeichnis mit * markiert.
Alt	Nichtobligatorische Parameter können sich gegenseitig ausschließen, d.h. sie können nicht gleichzeitig in der Instruktion verwendet werden. Um den ersten dieser Parameter einzugeben, die Funktionstaste ***Erster*** betätigen, und zur Eingabe des letzten ***Letzter*** betätigen.
Modus	Angabe, ob der Parameter nur gelesen (***IN***) oder gelesen und in der Routine geändert werden kann (***INOUT***).

- Irgend einen zusätzlichen Parameter (maximal 16 Parameter) hinzufügen. Zum Löschen eines Parameters, den Parameter anwählen und dann Löschen ⌫ betätigen.
- Durch ***OK*** bestätigen.

Tip: Manchmal ist es leichter, eine neue Routine durch Duplizieren und Ändern der vorhandenen Routine zu erstellen.

3.4 Duplizieren einer Routine

- **Ansicht: Routinen** anwählen.
- Die zu duplizierende Routine anwählen.
- Funktionstaste ***Dupli*** wählen.
- Den Namen der neuen Routine im jetzt erscheinenden Dialogfeld angeben.
- Durch ***OK*** das Duplizieren bestätigen.

Auf diese Weise entsteht eine neue Routine, welche die gleichen Daten und Instruktionen wie die ursprüngliche Routine enthält.

4 Neue Instruktionen programmieren

4.1 Eine Routine wählen

- **Ansicht: Routinen** wählen.
- Die zu programmierende Routine anwählen und Enter ↵ wählen.

Um die haupt-Routine aufzurufen

- **Ansicht: haupt Routine** anwählen.

Aufruf einer Routine, die aus einem Verzeichnis von Instruktionen angewählt werden kann

- Die anzuzeigende Routine anwählen.
- **Ansicht: Ausgewählte Routine** anwählen.

4.2 Das Fenster Programm Instruktionen

- **Ansicht: Instruktionen** zum Öffnen des Fensters auswählen.

Befinden Sie sich im Fenster *Programm Test* oder *Programm Daten*, kann statt dessen die Funktionstaste ***Instr*** betätigt werden.

Die Instruktionen für die anstehende Routine sind im Fenster angezeigt (siehe Bild 9).

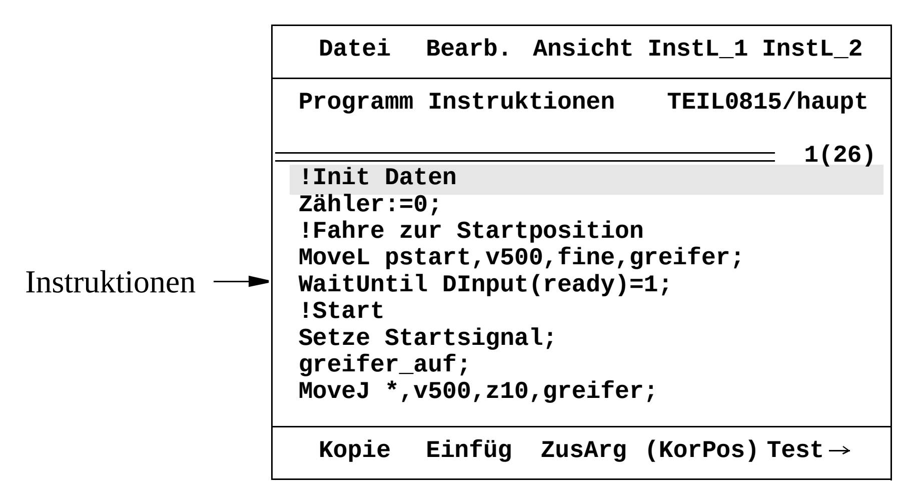


Bild 9 Das Fenster Programm Instruktionen dient zur Programmierung.

Eine nicht auf eine Zeile passende Instruktion wird nur teilweise angezeigt. Außerhalb des sichtbaren Bereichs liegende Argumente werden bei Anwahl der verschiedenen Argumente schrittweise von rechts nach links bewegt.

4.3 Was ist eine Instruktion?

Eine Instruktion definiert eine besondere Aufgabe, die bei Verarbeitung der Instruktion ausgeführt werden sollte. Beispiel:

- Bewegen des Roboters
- Setzen eines Ausgangs
- Änderung von Daten
- Sprünge innerhalb der Routine

Instruktionen bestehen aus einem Instruktionsnamen und den dazugehörigen Argumenten. Der Name entspricht der Hauptaufgabe der Instruktion und das Argument gibt besondere Eigenschaften an.

Ein Argument kann entweder unbedingt oder wahlweise sein. Es ist möglich, Argumente auszulassen. Sie werden dann durch den Namen des Arguments und seinen Wert, wenn vorhanden, angegeben. Beispiel:

Instruktion	Bedeutung
MoveL p1,v500,fine,düse	TCP linear in die Position *p1* bewegen. Die Argumente *v500*, *fine* and *düse*dienen zur Angabe der aktuellen Geschwindigkeit, der Positioniergenauigkeit und des Werkzeugs.
SetDO do2,1	Setzt den Ausgang *do2* auf *1*.
SetDO \SDelay:=0.5,do2,1	Setzt den Ausgang *do2* mit einer Verzögerung von *0,5* s auf *1*. *\SDelay* ist ein zusätzliches Argument, *do2* und *1* sind notendige Argumente.

Ein Argument, das noch kein Datenelement enthält, wird mit <...>, einem Platzhalter, angezeigt.
Programme, die derartige Instruktionen enthalten (d.h. unvollständige Instruktionen) können verarbeitet werden. Der Programmablauf wird jedoch gestoppt, wenn die Instruktion einen Platzhalter enthält.

Argumente können angegeben werden, als:

- numerische Werte, z.B. *1*,
- Zeichenfolgen, z.B. *"Warte auf Maschine"*,
- Daten, z.B. *reg2*,
- Funktionsaufrufe, z.B. *Abs(reg2)*
- Ausdrücke, z.B. *reg2 + reg3 / 5*.

4.4 Weitere Informationen über eine Instruktion

• Die gewünschte Instruktion anwählen und Enter ↵ betätigen.

Das Dialogfeld zeigt die Dialogtexte der Argumente (siehe Bild 10).

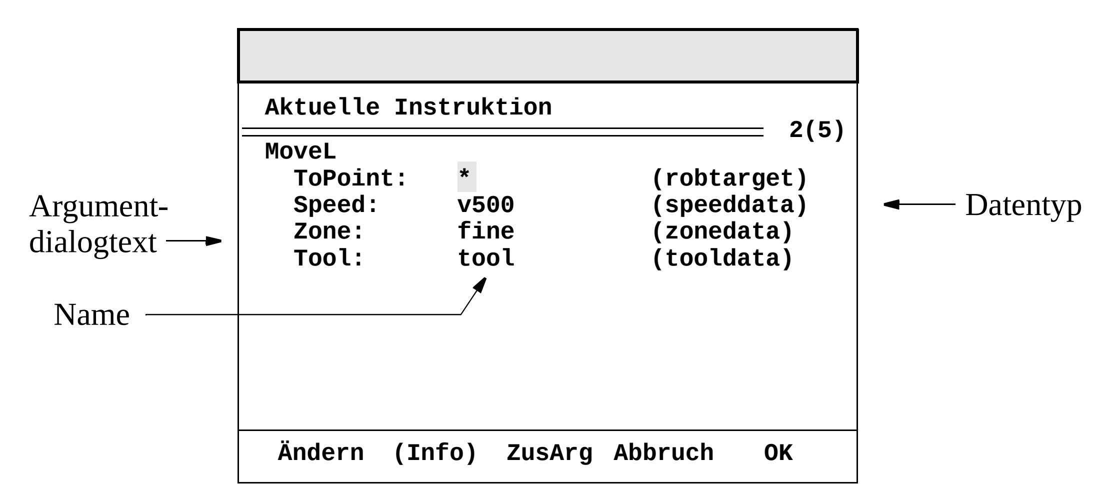


Bild 10 Dialogtext, Name und Datentyp wird für jedes Argument angezeigt.

- Wenn Sie ein Argument ändern wollen, ***Ändern*** anwählen oder Enter ↵ betätigen. Siehe *Änderung eines Arguments* auf Seite 35 mit weiteren Informationen.
- Um ein zusätzliches Argument zuzufügen oder zu entfernen, ***ZusArg*** wählen. Siehe *Zufügen von zusätzlichen Argumenten* auf Seite 36 mit weiteren Informationen.
- ***OK*** wählen, um den Dialog zu beenden.

5 Programmierung

In diesem Kapitel sind Beschreibungen zur allgemeinen Behandlung der verschiedenen Instruktionen in einem Programm - Bewegen, Kopieren oder Hinzufügen - enthalten. Einzelheiten über die Programmierung der am häufigsten benutzten Instruktionen sind im nächsten Kapitel 9 Die Programmiersprache RAPID im vorliegenden Handbuch enthalten.

Weitere Instruktionen siehe das RAPID Referenzhandbuch.

5.1 Wahl aus der Instruktionsliste

Eine zweckentsprechende Instruktion kann der Instruktionsliste (InstL) entnommen werden. In den meisten Listen sind die Instruktionen vorgegeben. Bestimmte Listen können ausgewählte Instruktionen enthalten. Die Auswahl und die Reihenfolge kann der Anwender selbst festlegen. In diesen Listen sollten die am häufigsten benutzten Instruktionen stehen (siehe *Definition der Liste für die ausgewählten Instruktionen* auf Seite 66).

Die nachstehenden Listen stehen zur Verfügung:

Aus dem InstL_1 Menü

Name	Beinhaltet
Standard	Einige der am häufigsten verwendeten Instruktionen
Programm Ablauf	Instruktionen, welche den Programmablauf steuern
Verschiedene	Zum Beispiel‘:=’ und Warten
Beweg. Einstell.	Instruktionen zur Beeinflussung von Bewegungen
Bewegung & Prozeß	Bewegungsinstruktionen
E/A	E/A-Instruktionen
Kommunikation	Kommunikation
Interrupts	Instruktionen für Interruptbehandlung
Fehlerbehandlung	Instruktionen zur Fehlerbehandlung
System & Zeit	Datums- und Zeitinstruktionen
Mathematik	Arithmetische Instruktionen

Aus dem InstL_2 Menü

Ausgewählte_1	Vom Benutzer wählbar
Ausgewählte_2	Vom Benutzer wählbar
Ausgewählte_3	Vom Benutzer wählbar
Beweg. Einstell. zus.	Weitere Instruktionen für Bewegungseinstellungen
Beweg. zusätzlich	Weitere Bewegungsinstruktionen
Ext. Computer	Datenübertragungsinstruktionen
Service	Instruktionen für den Service

- Eine der Instruktionsauswahllisten im Menü **InstL_1** oder **InstL_2** aufrufen.
- Die zuletzt benutzte Instruktionsauswahlliste aufrufen; dazu **Bearb.: IL an** drücken. Enthält die Auswahlliste mehr als 9 Instruktionen, dann kann mit der 9 auf der Zifferntastatur die Liste vorwärts und rückwärtsgerollt werden.
- Um die vorherige oder nächste Liste aufzurufen, Liste an/aus ( ) wählen und Taste Vorherige Seite –/ oder Nächste Seite ·/ betätigen. Weiterhin ist es möglich, durch Wählen von 0 direkt auf die nächste Seite zu blättern.
- Zum Entfernen der Instruktionsauswahlliste ist **Bearb.: IL aus** auszuwählen.

5.2 Hinzufügen einer Instruktion

Eine hinzuzufügende neue Instruktion wird nach der gewählten Instruktion eingesetzt.

Wenn die gewählte Instruktion die erste eines Programms oder eine zusammengesetzte Instruktion ist (IF, FOR, WHILE oder TEST) können Sie wählen, ob die neue Instruktion vor oder nach der Instruktion eingefügt werden soll (durch einen Dialog). Wenn jedoch nur eine Instruktion im Programm oder in der zusammengesetzten Instruktion vorhanden ist, wird die neue Instruktion stets nach der vorhandenen zugefügt.

- Den Ort für das Zufügen der neuen Instruktion wählen.
- Eine der Instruktionslisten auf dem **InstL_1** oder **InstL_2** Menü anwählen. Soll die zuletzt benutzte Instruktionsauswahlliste aufgerufen werden, dann ist **Bearb.: IL an** auszuwählen.

Die Liste erscheint auf der rechten Seite des Fensters (siehe Bild 11).

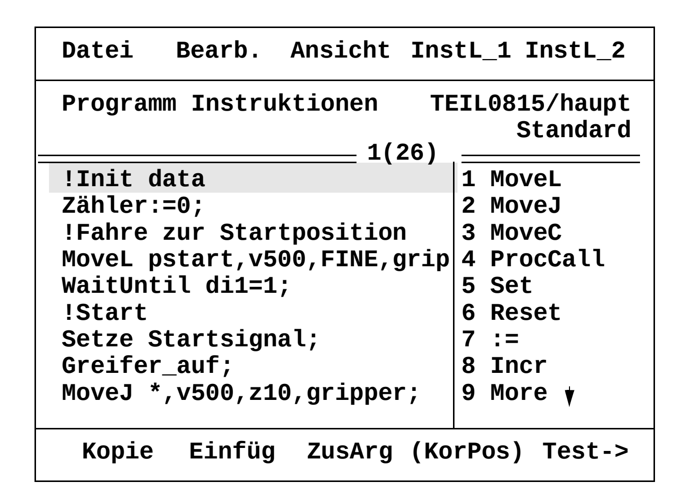


Bild 11 Instruktionen werden aus einer Liste gewählt.

- Die gewünschte Liste auf eine der folgenden Weisen wählen:
  - Mit Hilfe der Zifferntasten die vor der gewünschten Instruktion in der Liste stehende Zahl eingeben.
  - Die Liste durch Betätigen der Taste Liste an/aus wählen. Dann die gewünschte Instruktion wählen und Enter betätigen.
  - 0 auf der Zifferntastatur verwenden, um den unteren Teil der Liste durchrollen zu lassen oder um auf die nächste Liste zu blättern.

Wenn die Instruktion keine Argumente hat oder wenn diese automatisch gesetzt werden, ist die Instruktion sofort ablaufbereit.

Wenn die Instruktion Argumente hat, die nicht automatisch gesetzt werden können, erscheint ein Dialogfeld zur Auswahl der Instruktionsargumente. Das Argument ist mit einem davorstehenden „?“ gekennzeichnet (siehe Bild 12).

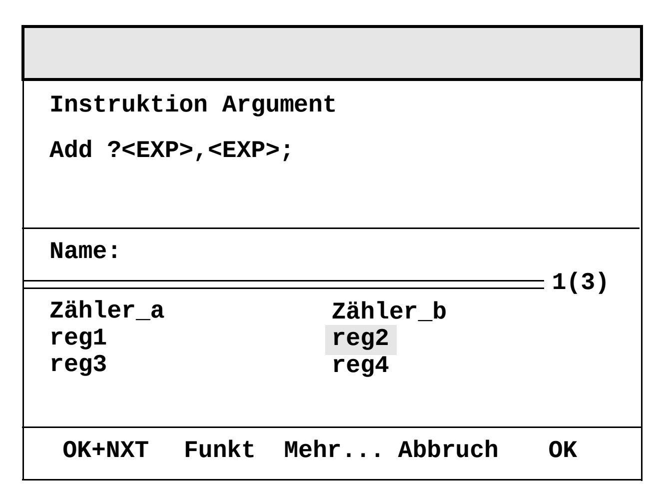


Bild 12 Das für die Definition von Argumenten verwendete Dialogfeld. In diesem Beispiel wurde die Instruktion Add programmiert.

Jetzt kann das Argument auf vier verschiedene Weisen definiert werden:

- Durch direkte Eingabe des numerischen Werts mit Hilfe der Zifferntasten.
- Durch Wahl der Daten im unteren Teil des Dialogfelds

  Neu, die erste Alternative der Liste, wird verwendet, um neue Daten zu erstellen und auf diese Bezug zu nehmen. Bei Wahl von ***Neu*** werden neue Daten definiert (siehe *Erstellen von Daten* auf Seite 50).

- Durch Anwahl einer Funktion. Funktionstaste ***Funkt*** betätigen und die gewünschte Alternative aus der Liste wählen.

  Ein neues Dialogfeld erscheint, das für die Programmierung von Argumenten verwendet werden kann (siehe Bild 12). Die Argumente der Funktion auf gleiche Art und Weise wie die Argumente der Instruktion eingeben. Mit Hilfe der Funktionstaste ***Schritt*** wahlweise Argumente löschen, die nicht erfaßt werden sollen.

- Durch Eingabe eines Ausdrucks durch Betätigen von ***Mehr***.

  Weitere Informationen (siehe *Programmierung eines Ausdrucks* auf Seite 20).

• ***OK+NXT*** wählen, um das nächste Argument zu ändern.

• Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

Wahlweise Argumente, die zu Beginn nicht erfaßt wurden, können eingefügt werden (siehe *Zufügen von zusätzlichen Argumenten* auf Seite 36).

Die Struktur einer Instruktion IF, FOR oder TEST kann geändert werden (siehe *Änderung des Aufbaus einer Instruktion IF, FOR oder TEST* auf Seite 37).

5.3 Ausdrücke

Was ist ein Ausdruck?

Ein Ausdruck wird als Argument für eine Instruktion verwendet und kann eine beliebige Anzahl von Komponenten umfassen.

Es gibt drei verschiedene Arten von Ausdrücken:

- Logische Ausdrücke;
  Diese haben den Wert wahr/unwahr und werden zusammen mit Abfragen verwendet. Beispiel:
  IF reg1=5 AND reg2 >10 ......
  IF di1 = 1 ....
- Arithmetische Ausdrücke;
  Diese haben einen numerischen Wert und werden zusammen mit Berechnungen verwendet. Beispiel:
  reg1 = reg2 + 3 * reg5
  reg1 = reg2 + 1
- Zeichenfolgen. Beispiel:
  TPWrite "Produktion"

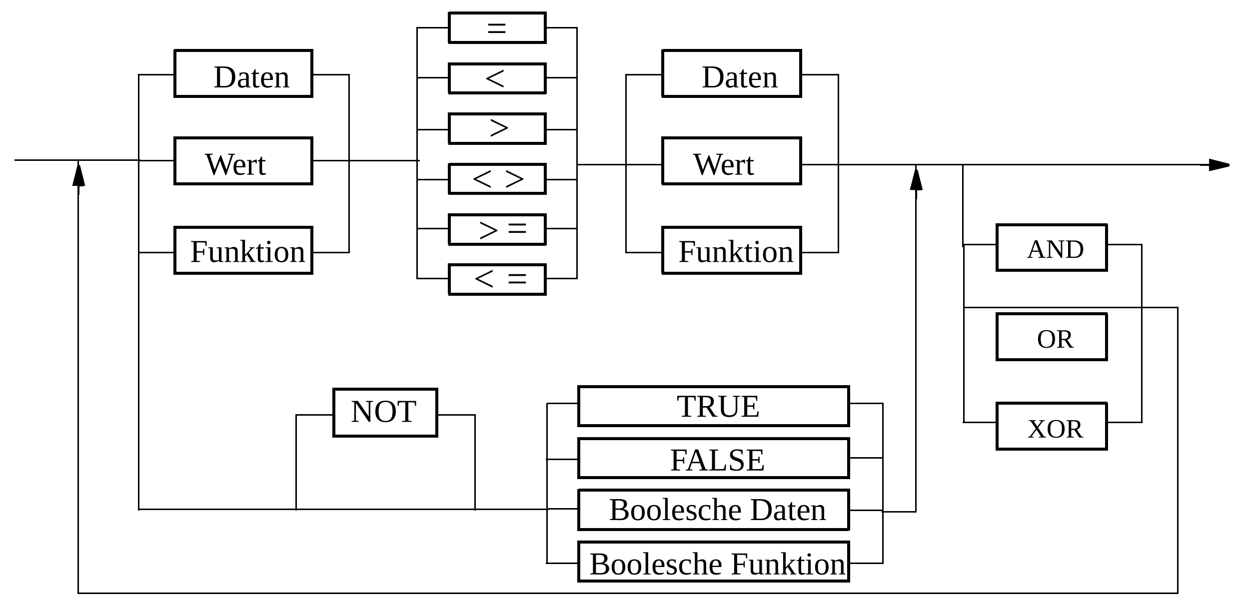


Bild 13 Logische Ausdrücke.

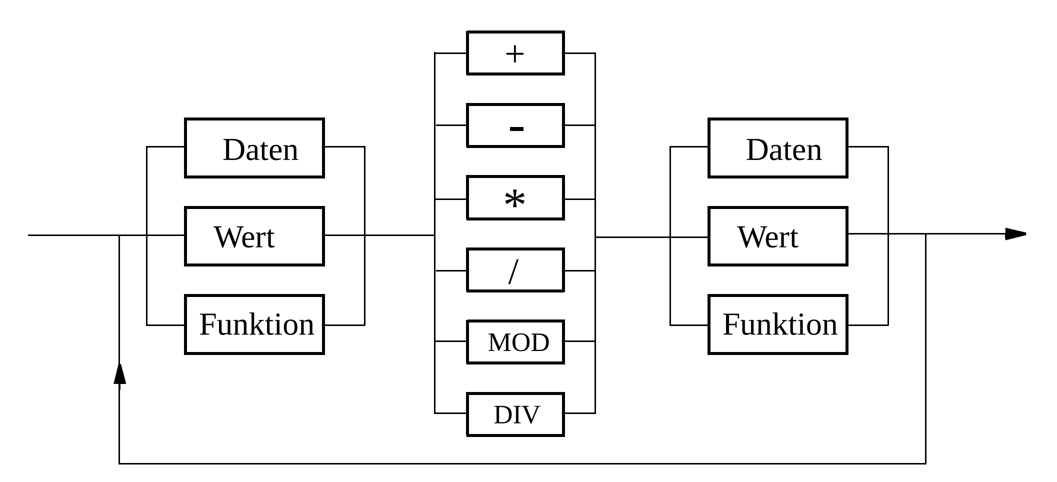


Bild 14 Arithmetische Ausdrücke.

Programmierung eines Ausdrucks

Die Programmierung von Ausdrücken erfolgt durch Betätigen der Funktionstaste ***Mehr*** auf dem Dialogfeld der Instruktionsargumente (siehe Bild 12).

Im oberen Teil des Dialogfelds können Ausdrücke direkt eingegeben oder geändert werden (siehe Bild 15). Dies wird wie folgt durchgeführt:

- Den Cursor nach links oder rechts mit Pfeiltasten ⟨ ⟩ oder ⟨ ⟩ bewegen;
- Durch Betätigen der Taste Löschen ⌫ das vom Cursor markierte Zeichen löschen
- Mit Hilfe der Zifferntasten die Zahlen vor dem Cursor eingeben.

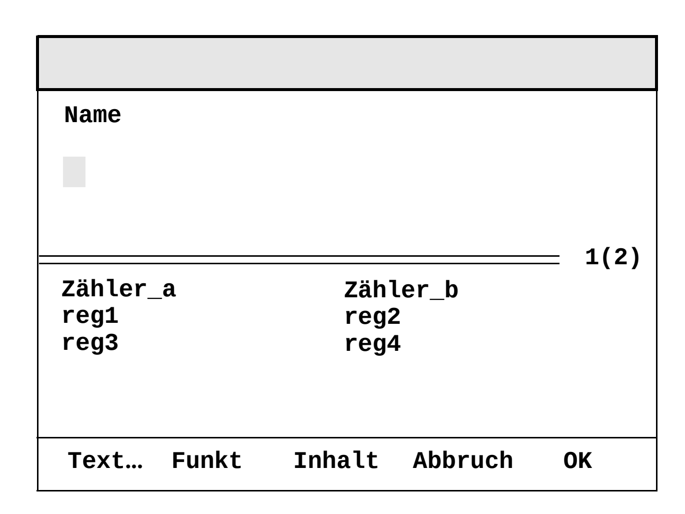


Bild 15 Das Dialogfeld für Ausdrücke.

Im unteren Teil des Dialogfelds können Daten, Funktionen und Operatoren angewählt werden. Nötigenfalls Taste ▤ betätigen, die gewünschte Alternative wählen und Enter ↵ betätigen.

Die Eingabe von Text erfolgt durch Betätigen der Taste ***Text***. Es erscheint ein Dialogfeld, auf welchem mit den Funktionstasten und Zifferntasten der Text eingegeben wird.

Wenn die gewünschte Information nicht im unteren Teil steht, zuerst eine der Funktionstasten ***Daten, Funkt*** oder ***Inhalt*** betätigen.

- ***Daten*** zeigt eine Liste aller der vom Benutzer wählbaren Daten des angewählten Datentyps.
- ***Funkt*** zeigt eine Liste aller Funktionen des angewählten Datentyps.
- ***Inhalt*** zeigt einen Hilfsdialog, durch welchen Daten eines neuen Typs auf gleiche Weise wie zum Beispiel durch die Instruktion IF gewählt werden können. Auch können entweder benutzer- oder system-definierte Daten oder beide gleichzeitig angezeigt werden. √ bezeichnet die aktuelle Auswahl (siehe Bild 16).

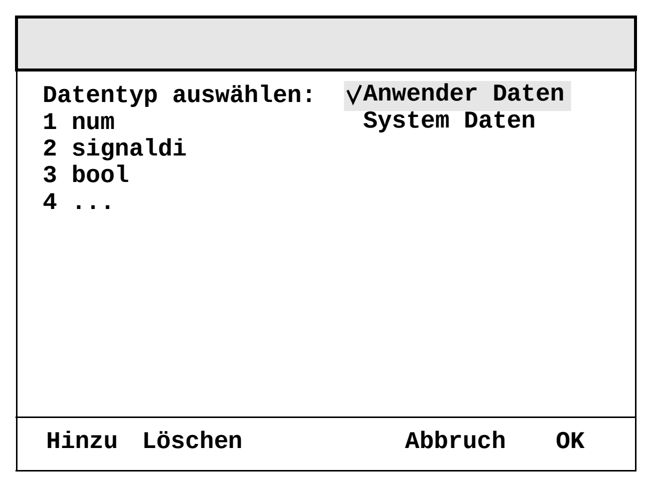


Bild 16 Dialogfeld für die Wahl von Datentypen.

Änderung eines Ausdrucks

Den Cursor mit Hilfe der Pfeiltasten bewegen. Der Inhalt der Liste wird geändert, so daß sie der Anwahl entspricht. Die Funktionstaste ***Inhalt*** wechselt auf ***Einfüg*** (siehe Bild 17).

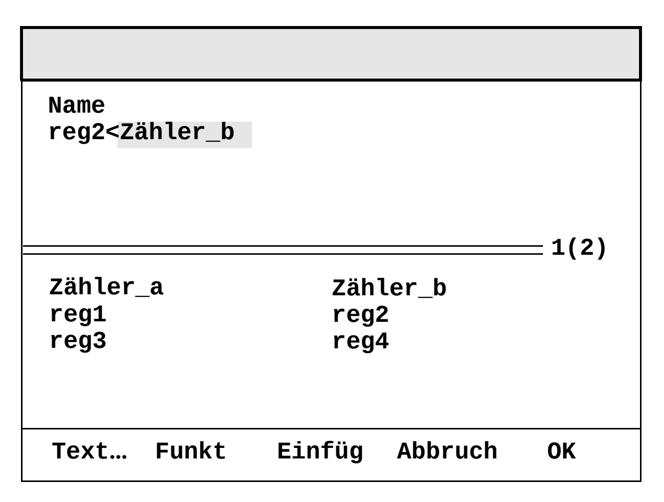


Bild 17 Das Dialogfeld zur Änderung eines Ausdrucks.

Durch Anwahl der gewünschten Funktion im unteren Teil des Felds und Betätigen von Enter ↵ die angewählten Einzelheiten ersetzen.

Durch Betätigen der Funktionstaste ***Einfüg*** ist es möglich, einem Ausdruck etwas zuzufügen. Ein unterstrichener “Leerplatz” _ wird vor dem Cursor eingefügt und die Funktionstaste **Einfüg** wechselt auf **Inhalt** (siehe Bild 18).

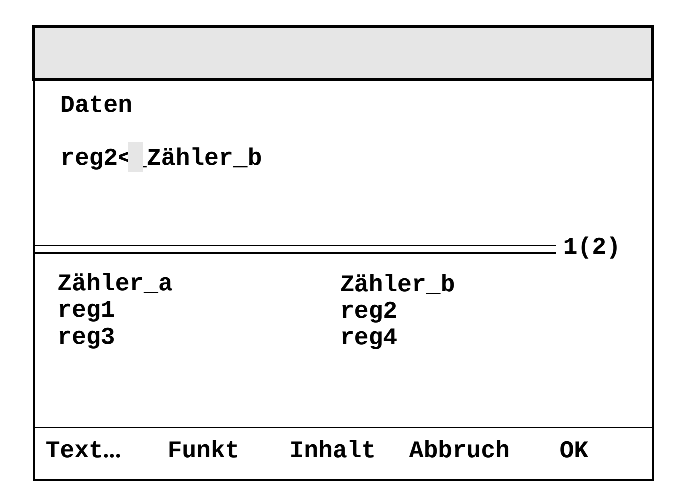


Bild 18 Es ist möglich, neue Daten einem Ausdruck hinzuzufügen.

5.4 Ausschneiden und Kopieren von Instruktionen

- Die auszuschneidende oder zu kopierende Instruktion wählen. Um verschiedene Instruktionen zu wählen, **Bearb.: Auswählen** wählen.
- **Bearb.: Ausschneiden** oder **Bearb.:Kopieren** anwählen.
- Den Ort für das Zufügen der neuen Instruktionen angeben.
- **Bearb.: Einfügen** anwählen.

Im Fenster *Programm Instruktionen* können Kopieren und Einfügen auch mit einer Funktionstaste ausgewählt werden.

6 Programmablauf

6.1 Abarbeitung des Programms

Ein Programm kann abgearbeitet werden, gleichgültig ob es vollständig ist oder nicht. Wenn jedoch die Verarbeitung eine unvollständige Instruktion erreicht, wird das Programm gestoppt.

Beim Start des Programms prüft die Steuerung, ob alle Bezugnahmen auf Daten und Routinen korrekt sind. Ist dies nicht der Fall, wird der Fehler angezeigt und das Programm startet nicht. Diese Prüfung kann auch durch die Wahl von **Datei: Programm kontrollieren** durchgeführt werden. Dann wird der erste Fehler im Programm angezeigt.

Das Programm startet gewöhnlich mit der ersten Instruktion der Routine haupt, kann jedoch auch von einer beliebigen Routine (Prozedur) ohne Parameter gestartet werden.

Wurde das Programm gestoppt, muß es stets von der zuletzt im Programm verarbeiteten Instruktion wieder starten, es sei denn, eine andere Art des Starts wir gewählt.

6.2 Das Fenster Programm Test

• **Ansicht: Test** auswählen. Im Fenster Programm *Instruktionen* oder Programm Daten kann auch die Funktionstaste ***Test*** betätigt werden.

Der beim Starten des Programms ablaufende Programmteil erscheint auf dem Fenster.

Ein Programmzeiger hält mit dem Programmablauf Schritt. Dieser Zeiger erscheint mit » in der Programmliste. Normalerweise startet der Programmablauf an diesem Punkt. Wird jedoch der Cursor nach dem Stop des Programms auf eine andere Instruktion bewegt, kann der Ablauf von der Position des Cursors aus gestartet werden (siehe Bild 19).

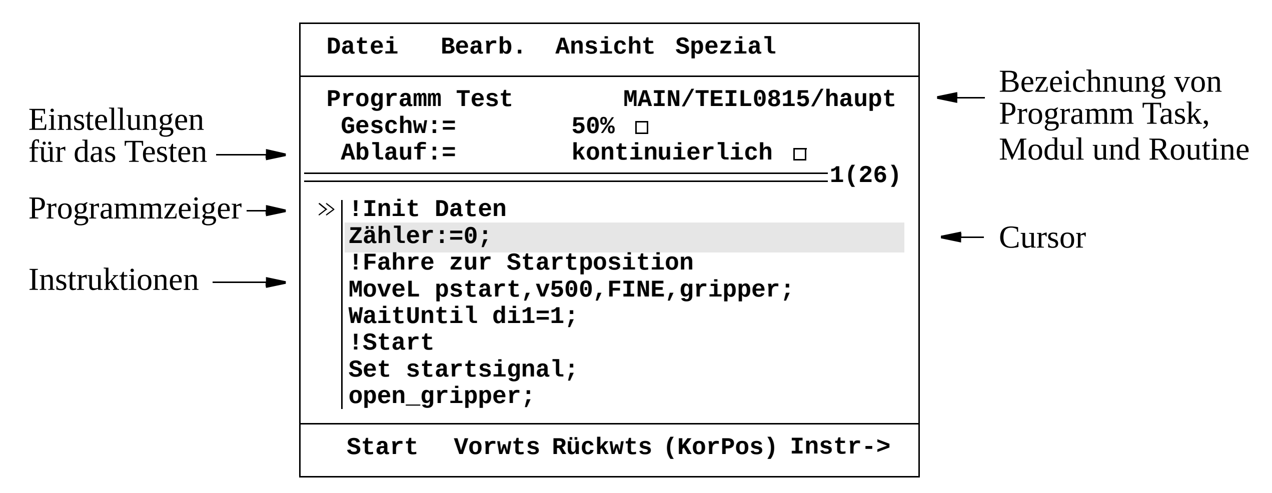


Bild 19 Das Fenster Programm Test wird zum Programmtest verwendet.

Wenn der Roboter mit einer Lichtbogenschweißfunktion ausgerüstet ist, erscheint ein zusätzliches Feld mit dem Sperrzustand.

6.3 Wahl der Geschwindigkeitskorrektur

Wenn das Programm zum ersten Mal getestet wird, sollte mit reduzierter Geschwindigkeit gefahren werden. Eine 50% Geschwindigkeitskorrektur bedeutet eine Reduzierung der Geschwindigkeit auf 50% der programmierten Geschwindigkeit. Wenn der Roboter jedoch in Handbetrieb mit reduzierter Geschwindigkeit läuft, steigt die Geschwindigkeit niemals über 250 mm/s an.

Die Geschwindigkeitskorrektur läßt sich auch während der Programmabarbeitung ändern.

• Durch Betätigen der Taste Liste an/aus den oberen Teil des Fensters wählen (wenn dieser nicht schon angewählt wurde).

• Das Feld ***Geschw*** (Geschwindigkeit) wählen (siehe Bild 20).

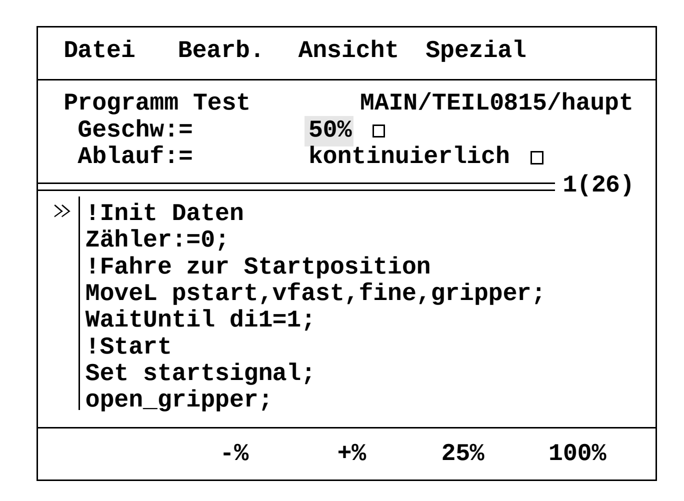


Bild 20 Die Geschwindigkeit kann geändert werden (0 - 100 %).

- Durch Betätigen der Funktionstaste ***-%*** oder ***+%*** die Geschwindigkeit erhöhen oder vermindern. Es erfolgt dann eine Korrektur in Stufen von 5 %.

- Durch Betätigen der Funktionstaste ***25%*** oder ***100%*** die Geschwindigkeit auf 25% oder 100% einstellen.

6.4 Wahl des Ablaufmodus

Der Programmablauf kann in drei verschiedenen Modi erfolgen:

- kontinuierliche Abarbeitung
- zyklische Abarbeitung
- instruktionsweise Abarbeitung (vorwärts oder rückwärts, jeweils eine Instruktion)

Hinweis: Der Ablaufmodus ändert sich automatisch beim Umschalten zwischen Automatik und Handbetrieb. Die Standardeinstellung kann man in den Systemparametern definieren.

Die kontinuierliche oder zyklische Abarbeitung ist wie folgt auszuwählen:

- Durch Betätigen der Taste Liste an/aus den oberen Teil des Fensters wählen (wenn dies nicht schon früher geschah).
- Das Feld ***Ablauf*** wählen.
- Den Programmablaufmodus mit Hilfe der Funktionstasten ***Kont*** oder ***Zykl*** wählen.

Durch Betätigen der Taste den unteren Teil des Fensters wählen.

Die Funktionstaste ***Start*** betätigen, um den Programmablauf im oben gewählten Modus zu starten. Um das Programm instruktionsweise vorwärts oder rückwärts zu starten, die Funktionstasten ***Vorwts*** und ***Rückwts*** verwenden (siehe Bild 21).

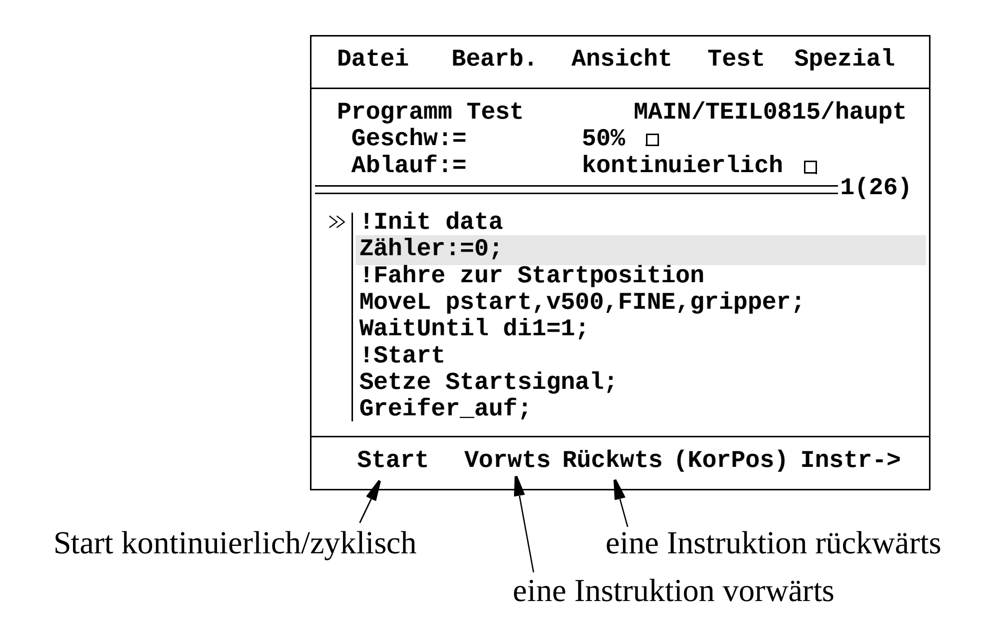


Bild 21 Ein Programm kann in verschieden Abarbeitungsmodi ablaufen.

Die Verarbeitung der Instruktionen ist unterschiedlich zwischen instruktionsweiser und kontinuierlicher Abarbeitung. Für instruktionsweise Abarbeitung gilt:

- Bewegungsinstruktionen werden normal verarbeitet, der Roboter fährt jedoch eine Position immer genau an, auch wenn Verschleifen programmiert ist.
- Andere Instruktionen werden in Vorwärtsrichtung normal abgearbeitet, in Rückwärtsrichtung jedoch übergangen.

Hinweis: Routinen, die „instruktionsweise rückwärts“ aufgerufen werden, können durch eine Rückwärtsbehandlung ergänzt werden.

6.5 Starten des Programmablaufs

• Die Geschwindigkeitskorrektur wie oben angegeben auswählen.

• Durch Betätigen der Taste Liste an/aus den unteren Teil des Fensters wählen (wenn dies nicht schon früher geschah).



Beim Starten des Programmablaufs beginnt die Bewegung des Manipulators. Außerdem können die Peripheriegeräte starten.
Sicherstellen, daß alles für das Starten des Programmablaufs bereit ist und sich niemand im gesicherten Arbeitsbereich des Roboters aufhält. Ein falsches Starten des Programmablaufs kann Personen verletzen oder den Manipulator oder andere Geräte beschädigen.

• Durch Betätigung des Zustimmungsschalters den Roboter in den Betriebszustand MOTOREN EIN bringen.

• Die Funktionstaste ***Start*** betätigen, um das Programm kontinuierlich oder zyklisch ablaufen zu lassen.
Wird eine instruktionsweise Abarbeitung gewünscht, statt dessen die Funktionstaste ***Vorwts*** oder ***Rückwts*** betätigen.

Bei aktiviertem “Tippbetrieb” gilt folgendes:

- Taste ***Start*** kurz betätigen und dann die Tippbetriebs-Taste drücken. Während des Ablaufs des Programms ist diese Taste gedrückt zu halten, andernfalls wird das Programm angehalten (siehe Bild 22).

• die Taste ***Start*** muß nach MOTOREN EIN nur jeweils einmal betätigt werden, die Tippbetriebs-Taste kann man dann zum start und stoppen der Programm-abarbeitung verwenden.

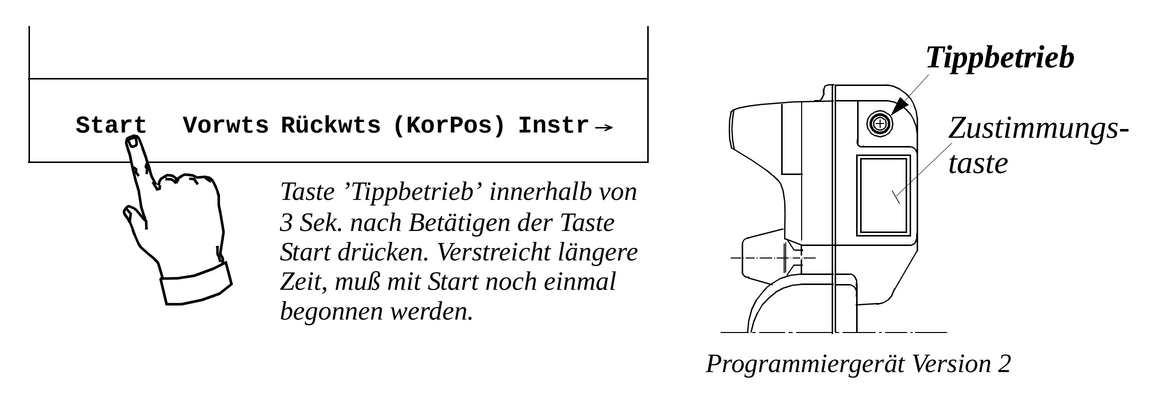


Bild 22 Die Taste ‘Tippbetrieb’ befindet sich auf der Seite des Programmiergerätes.

6.6 Stoppen des Programms

Wenn Tippbetrieb aktiviert ist

• Die Taste ‘Tippbetrieb’ loslassen.

Wenn Tippbetrieb nicht aktiviert ist

• Stoptaste auf dem Programmiergerät betätigen.

Wird der Programmablauf umgeschaltet, stoppt der Roboter automatisch nach Abarbeitung der Instruktion oder des Zyklus.

6.7 Wo startet das Programm?

Wie erkennt man den Programmzeiger?

Der Programmzeiger läßt erkennen, wie weit das Programm abgelaufen ist. Er wird durch ein » vor der Instruktion markiert.

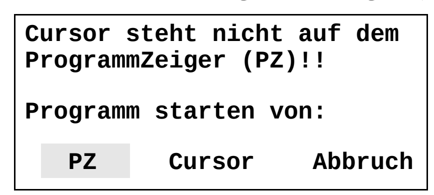
Eine abgearbeitete Instruktion wird mit einem Kreuz × markiert; erscheint jedoch nur während des instruktionsweisen Ablaufs. Wenn der Cursor auf dieser Instruktion steht, startet das Programm vom Programmzeiger » aus (siehe nachstehendes Beispiel). (In allen anderen Fällen definiert der Cursor die Instruktion, die beim Drücken der Taste ***Start*** bearbeitet wird.)

Beispiel:

```
IF reg1=5 THEN
× reg2:=5;                 Die letzte abgearbeitete Instruktion
ELSE
  reg2:=8;
ENDIF
» Set do1                  Die nächste auszuführende Instruktion
```

Steht der Cursor nicht auf dem letzten ausgeführten Befehl, dann wird beim Drücken der Taste ***Start*** ein Warnfeld angezeigt (weil sich der Programmablauf geändert hat).

Mit den Pfeiltasten auswählen, ob vom Programmzeiger (PP) oder vom Cursor aus begonnen werden soll:



• Enter ↵ drücken.

Um den Cursor zum Programmzeiger zu bewegen

• **Spezial: Cursor --> ProgrammZeiger** wählen.

Um den Programmzeiger zum Cursor zu bewegen

• **Spezial: ProgrammZeiger --> Cursor** wählen.

Hinweis: Wird der Programmzeiger in ein FOR-Schleife hinein bewegt, arbeitet das Programm den Rest der FOR-Schleife bis zum Ende ab und setzt dann die Abarbeitung mit der nächsten Instruktion fort.

Um das Programm von Anfang an starten zu lassen

• **Spezial: ProgrammZeiger --> haupt** wählen.

Programmzeiger und Cursor werden auf die erste Instruktion der Routine haupt gesetzt.

Um das Programm in einer bestimmten Routine starten zu lassen

Der Programmzeiger und Cursor können auf jede Routine (Prozedur) ohne Parameter gesetzt werden. Nach diesem Vorgang ist die alte Aufrufhierarchie nicht länger gültig. Dies bedeutet, daß das Programm nach vollständiger Verarbeitung der Routine wieder mit dem Anfang dieser Routine fortfährt.

• **Spezial: ProgrammZeiger --> Routine** wählen.

Ein Dialogfeld mit Anzeige aller möglichen Routinen erscheint.

• Die gewünschte Routine wählen und ***OK*** betätigen.

Um eine Routine abzuarbeiten ohne die Aufruf-Hierarchie zu verlieren

Eine Routine ohne Parameter kann ohne Verlust der Aufruf-Hierarchie und Programmeinstellungen wie z.B. Programmverschiebung, Aktivierung mechanischer Einheiten usw. abgearbeitet werden.

• **Spezial: Aufruf Routine...** wählen

Es erscheint ein Dialogfeld mit der Anzeige aller möglichen Routinen.

• Die gewünschte Routine auswählen und ***OK*** betätigen.

Wenn der Programmzeiger das Ende einer aufgerufenen Routine erreicht hat erfolgt eine Abfrage, ob die Routine erneut abgearbeitet werden soll oder ob zurück zum original Programmzeiger gegangen werden soll, von dem aus der Aufruf der Routine erfolgte. Diese Möglichkeit steht bei Routinen, die in NOSTEPIN oder NOVIEW Modulen deklariert sind, nicht zur Verfügung. Will man die Möglichkeit dennoch nutzen, muß die Routine in ein offenes Modul verschoben werden.

Um eine Serviceroutine abzuarbeiten ohne die Aufruf-Hierarchie zu verlieren

Eine vorkonfigurierte Serviceroutine ohne Parameter kann ohne Verlust der Aufruf-Hierarchie und Programmeinstellungen wie z.B. Programmverschiebung, Aktivierung mechanischer Einheiten usw. abgearbeitet werden.

• **Spezial: Aufruf Serviceroutine...** wählen

Es erscheint ein Dialogfeld mit der Anzeige aller möglichen Routinen.

• Die gewünschte Routine auswählen und ***OK*** betätigen.

Wenn der Programmzeiger das Ende einer aufgerufenen Serviceroutine erreicht hat erfolgt eine Abfrage, ob die Serviceroutine erneut abgearbeitet werden soll oder ob zurück zum original Programmzeiger gegangen werden soll, von dem aus der Aufruf der Serviceroutine erfolgte.

Um den Roboter in eine Position zu fahren ohne den Programmzeiger zu bewegen

Setzen Sie den Cursor auf das Positionsargument in der Instruktion. Sie können auch eine Position (robtarget) im Fenster *Programm Daten* auswählen.

• **Spezial: Beweg. zur gewählten Pos.** wählen

Es erscheint ein Dialogfenster, siehe Bild 23.

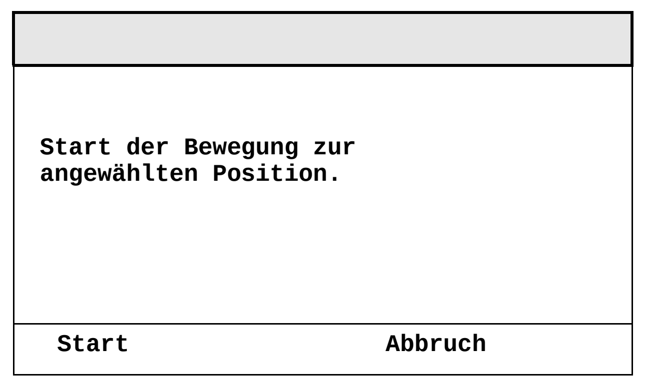


Bild 23 Das Dialogfenster -Bewegung zur angewählten Position-.

• Für den Start der Bewegung die Funktionstaste ***Start*** betätigen.

6.8 Wartebedingungen simulieren

Wenn der Roboter in einer Warteinstruktion steht (z.B. *WaitDI di1* oder *WaitTime 3*) erscheint automatisch ein Dialogfeld.

• Um das Programm ohne Erfüllung der Bedingung oder der Zeit fortzusetzen, Enter ↵ betätigen.

Nach dem Erfüllen der Bedingung wird das Dialogfeld automatisch gelöscht.

6.9 Multitasking

Es ist möglich im Fenster Programm Test oder Programm Daten die Programmtask zu wechseln

• **Ansicht: Aktuelle Task auswählen...**wählen.

Es erscheint ein Dialogfenster in dem die aktiven Tasks im System angezeigt werden.

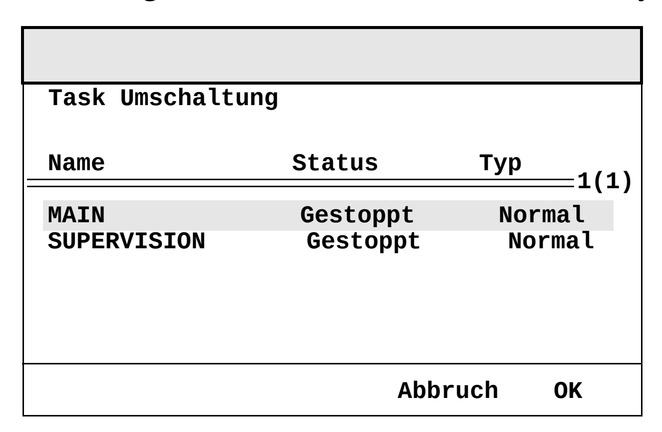


Bild 24 Das Dialogfenster zum Wechseln der Programmtask.

• Zum Öffnen der gewünschten Programmtask den Cursor auf die entsprechende Task stellen und die Taste Enter ↵ betätigen. Weitere Information über Multitasking, siehe Kapitel 12, 5.7 Definieren des Multitasking (Mehrprozeßbetrieb).

7 Datensicherung und Drucken von Programmen

7.1 Speichern des Programms auf Diskette oder andere Speichermedien

Um ein früher gespeichertes Programm zu speichern

• **Datei: Programm speichern** wählen.

Das Programm wird auf die Speichermedien kopiert und ersetzt die zuletzt gesicherte Version. Wenn der Dateiname oder Modulname nicht der gleiche ist, wird der Dialog **Programm speichern unter...** automatisch angezeigt.

Unter einem neuen Namen speichern

• **Datei: Programm speichern unter...** wählen.

Es erscheint ein Dialogfeld mit allen Programmen in dem aktuellen Verzeichnis (siehe Bild 25).

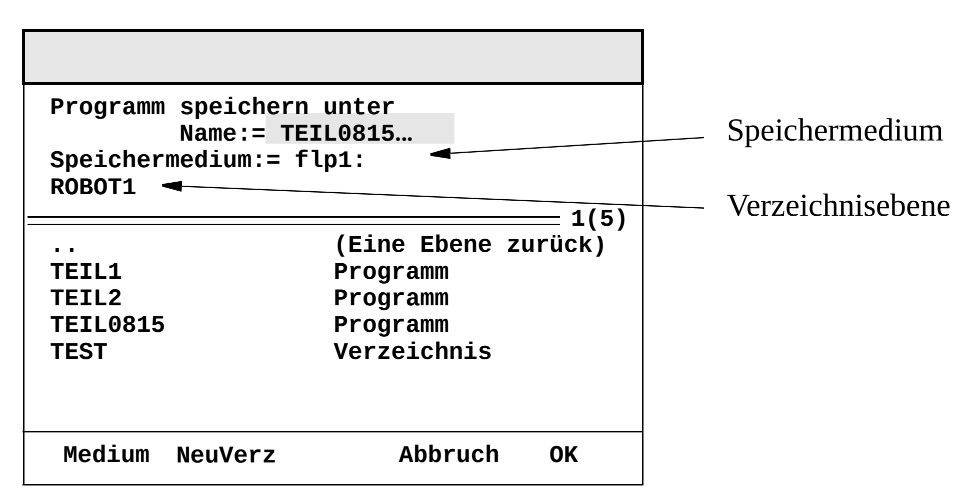


Bild 25 Das zum Speichern eines Programms verwendete Dialogfeld.

• Nötigenfalls das Speichermedien durch Betätigen von ***Medium*** ändern, bis das gewünschte Medium erscheint.

Wenn das Programm in ein anderes Verzeichnis gesichert werden soll:

- durch Betätigen der Taste Liste an/aus den unteren Teil des Fensters wählen;
- das Verzeichnis für das Speichern des Programms wählen; den Cursor auf das Verzeichnis setzen und Enter betätigen;
- durch Betätigen der Taste Liste an/aus den oberen Teil des Fensters wählen.

• Enter betätigen, wenn das Feld ***Name*** gewählt wurde.

• Den neuen Namen auf dem jetzt erscheinenden Dialogfeld angeben. Nach Beendigung der Texteingabe ***OK*** betätigen.

• ***OK*** betätigen, um das Speichern zu bestätigen.

Hinweis: Wenn eine Datei unter dem gleichen Namen schon vorhanden ist, erscheint ein Warnhinweis und man kann Abbrechen oder Überschreiben wählen.

Hinweis: Wurde eine Änderung in einem Systemmodul vorgenommen, wird zur Sicherstellung dieser Änderung aufgefordert.

7.2 Drucken eines Programms an der Robotersteuerung

Drucken des vollständigen Programms

• Das Programm auf einer Diskette oder auf der „Flash-Disk“ speichern und anschließend im Fenster *Datei Manager* ausdrucken.
Siehe Kapitel 13 im vorliegenden Handbuch - Datei Manager.

Drucken eines Moduls

• **Datei: Drucken...** auswählen. Das aktuelle Modul wird direkt ausgedruckt oder in eine Datei gespeichert.

Zum Ausdrucken muß der Drucker an die Robotersteuerung angeschlossen sein.

7.3 Drucken eines Programms durch Verwendung eines PC

Das Programm kann mit einem Personal Computer ausgedruckt werden. Die meisten Textverarbeitungsprogramme können benutzt werden. Die einzige Forderung ist es, daß der PC Disketten im DOS-Format unterstützt.

• Das Programm auf einer Diskette abspeichern.

• Programm in den PC laden.

• Programm ausdrucken.

Sollen die Positionswerte einer Positionsinstruktion nicht mit ausgedruckt werden, sichern Sie das Programm mit **Datei: Drucken...** im Fenster *Programm* und wählen Sie **Drucken nur in Datei: Ja**. Nur das aktuelle Modul wird gespeichert.

8 Änderung des Programms

Programme können mit entsprechenden Einstellungen bei den Systemparametern vor Änderungen geschützt werden. In diesem Fall sind Änderungen nur über ein Paßwort möglich. Siehe Kapitel 12 ‘Systemparameter’ *Parameter: Programmiergerät*.

Die einzelnen Schritte der Operation: Wobj spiegeln

- **Datei: Öffnen** wählen und das zu spiegelnde Programm oder Modul laden.
- **Ansicht: Module** wählen.
- **Spezial: Wobj spiegeln** wählen**.**
- Kontrollieren, ob das richtige Programm/Modul ausgewählt ist. Das gewählte Modul wird standardmäßig gespiegelt.
- Den neuen Namen kontrollieren und wenn notwendig ändern.
- Das Werkobjekt kontrollieren und wenn notwendig ändern.
- ***OK*** betätigen. Die Spiegeloperation wird ausgeführt. Während des Vorgangs erscheint auf der Anzeige ein entsprechender Hinweis.
- Ist die Operation abgeschlossen, wird der Dialog -Werkobjekt spiegeln- von der Anzeige gelöscht und es erscheint wieder die Ansicht Programm Module. Das gespiegelte Programm/Modul befindet sich im Programmspeicher. Zum Speichern des gespiegelte Programms/Moduls auf eine Diskette verwendet man die standardmäßigen Anweisungen im Menü Datei.

10 Erstellen von Daten

10.1 Was sind Daten?

Die Bezeichnung Daten wird allgemein für später im Programm zu verarbeitende Angaben verwendet. Daten sind in verschiedene Datentypen unterteilt, welche Inhalt und Anwendungsbereich beschreiben.

Datentyp	Anwendung:
num	Numerische Werte (Register, Zähler)
bool	Logische Werte (wahr oder unwahr)
robtarget	Positionsdaten
tooldata	Werkzeugdaten (Kapitel 10 ‘Kalibrierung’)
wobjdata	Werkobjekte (Kapitel 10 ‘Kalibrierung’)
pose	Programmverschiebungsrahmen (siehe Kapitel 10 ‘Kalibrierung’)

Weitere genaue Angaben über Daten und ihren Inhalt sind den entsprechenden Datentypen im RAPID Referenzhandbuch - *Datentypen* zu entnehmen.

Vor Verwendung müssen Daten definiert (deklariert) werden. Je nach Konfiguration des Robotersystems sind jedoch gewöhnlicherweise eine Anzahl von vordefinierten Daten vorhanden.

Daten können als Konstante, Variable oder Speichernde definiert werden.

- Der Wert einer *Konstante* kann nur manuell geändert werden.
- Eine *Variable* läßt sich auch durch das Programm ändern; ihr Anfangswert wird jedoch automatisch gesetzt, wenn:
  - das Programm von Diskette o.ä. eingelesen wird,
  - das Programm von Anfang an gestartet wird, d.h. von der ersten Instruktion in der haupt-Routine,
  - der Startzeiger durch die Anwahl von **Test/Spezial: Programmzeiger --> Routine** auf den Anfang einer Routine oder durch **Test/Spezial: Programmzeiger --> haupt** an den Anfang eines Programms bewegt wird.
- Eine *Speichernde* ist eine Variable, deren Anfangswert dauernd verändert werden kann. Beim Speichern des Programms auf eine Diskette wird der zur Zeit bestehende Anfangswert gespeichert.

10.2 Das Fenster Programm Daten (dient der Verwaltung von Daten)

• Um das Fenster Programm Daten zu öffnen, **Ansicht: Daten** wählen.

Im Fenster erscheinen alle Daten des zuletzt gewählten Typs. Die aktuellen Werte werden auch angezeigt (sieheBild 42).

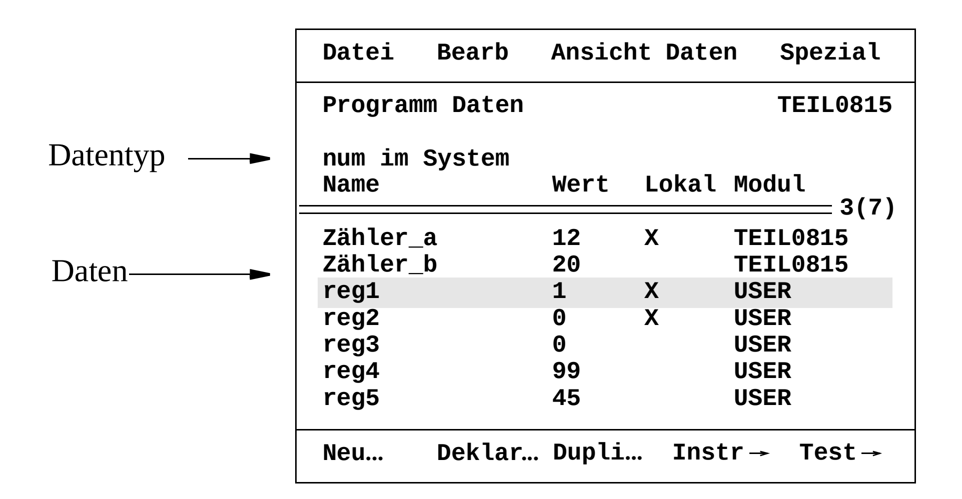


Bild 42 Sämtliche Daten eines gegebenen Typs werden im Fenster Programm Daten angezeigt.

Wahl eines neuen Datentyps im Fenster Programm Daten

• Zum Öffnen des Fensters *Programm Datentypen* ist **Ansicht: Datentypen** auszuwählen.

Das Fenster *Programm Datentypen* öffnet und zeigt alle Datentypen an, die mindestens einmal deklariert wurden (siehe Bild 43).

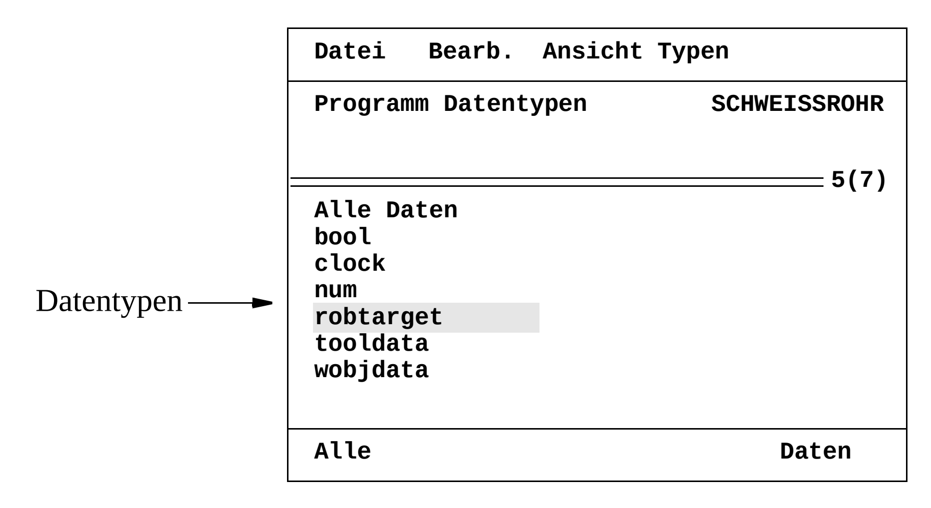


Bild 43 Das Fenster Programm Datentypen dient zum Ändern des Datentyps

- Den gewünschten Datentyp wählen und Enter ↵ betätigen. Erscheint der gewünschte Typ nicht im Fenster, ist es möglich, durch Betätigen von ***Alle Typ*** oder der Wahl von **Typen: Alle Typen** alle Datentypen aufzurufen.

Alle Daten können durch die Anwahl von ***Alle Daten*** gewählt werden.

Sollen Daten für einen bestimmten Typ ausgewählt werden, dann Daten oder Enter ↵ betätigen.

10.3 Erstellen neuer Daten

- Zum Öffnen des Fensters Programm Daten ist **Ansicht: Daten ...** auszuwählen.

Das Fenster *Programm Daten* wird geöffnet und zeigt alle Daten des zuletzt ausgewählten Typs an.

Sollen Daten eines anderen Typs als des angezeigten erstellt werden, ist **Ansicht: Datentypen** und der gewünschte Datentyp auszuwählen und Enter ↵ zu betätigen.

- Die Funktionstaste ***Neu*** drücken.

Ein Dialogfeld erscheint und zeigt den Namen der Daten an (siehe Bild 44). Der Name der Daten wird auf *xxxN* gesetzt, wobei *xxx* den Datentyp beschreibt und *N* eine Nummer ist, die jedesmal beim Erstellen dieses Datentyps erhöht wird. Die ersten Daten des Typs clock heißen *clock1*, die zweiten *clock2* usw.. Einige Datentypen sind abgekürzt, z.B.

Datentyp	Fest vorgegebener Name	Datentyp	Fest vorgegebener Name
num	reg*N*	loaddata	load*N*
robtarget	p*N*	tooldata	tool*N*
bool	flag*N*	speeddata	speed*N*

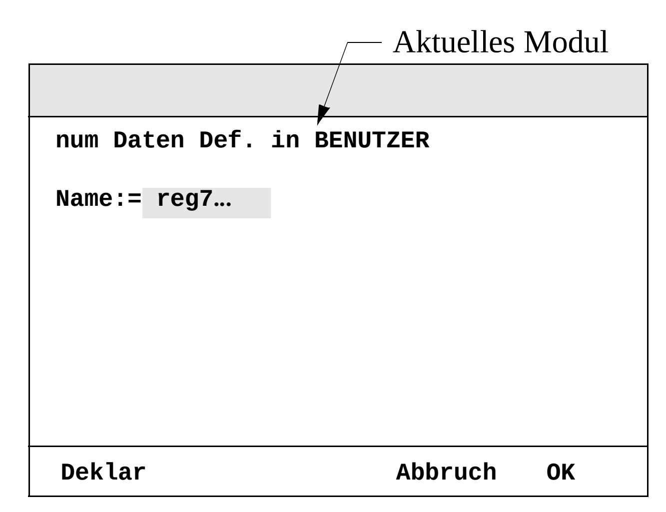


Bild 44 Neue Daten werden erstellt

• Zum Ändern des Namens ist Enter ↵ zu betätigen und ein neuer Name anzugeben.

Die Daten erhalten automatisch Eigenschaften, die für den aktuellen Typ am besten geeignet sind, jedoch können diese bei Bedarf geändert werden.

Normalerweise werden Daten als Teil eines Programms abgespeichert. Sind Daten im Speicher vorhanden, dann werden diese jedoch unabhängig vom geladenen Programm im Systemmodul USER abgespeichert. Beispiele für diesen Datentyp sind:

- Werkzeuge und Werkobjekte. Eine Änderung dieser Daten wirkt sich auf alle Programme aus.
- Register und sonstige Daten, die bei einer Programmänderung nicht zu initialisieren sind.

Soll im aktuellen Modul und mit Standardeigenschaften abgespeichert werden, dann kann die Eingabe durch Drücken von ***OK*** beendet werden. In anderen Fällen sind die Eigenschaften zu definieren.

• Die Funktionstaste ***Deklar*** drücken.

Ein Dialogfeld erscheint und die Grunddatendeklaration wird angezeigt (siehe Bild 45).

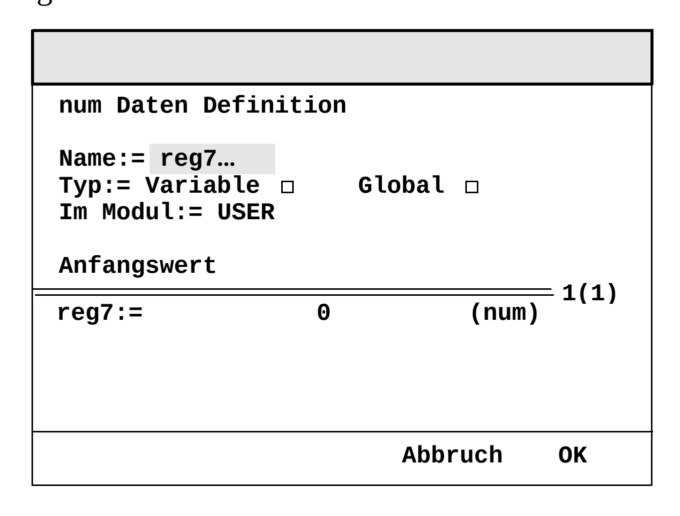


Bild 45 Eine Datendeklaration beinhaltet den Namen und die Eigenschaften der Daten.

• Das entsprechende Feld ist auszuwählen und die gewünschten Eigenschaften sind wie folgt anzugeben:

- Enter [↵] drücken und die gewünschte Alternative im erscheinenden Dialogfeld (mit ... gekennzeichnete Felder) angeben.
- Eine Alternative ist mit den Funktionstasten auszuwählen (mit. □ gekennzeichnete Felder) auszuwählen)
- Der Wert ist direkt mit der Zifferntastatur (numerischer Anfangswert) anzugeben.

Feld	Beschreibung
Name	Der Name der Daten (max. 16 Zeichen)
Typ	Angabe, ob es sich bei den Daten um eine Konstante (***Konst***), Variable (***Var***) oder um Dauervariable (***Pers***) handelt.
Global/Lokal	Spezifiziert das Bereichsattribut für das Datum. Die Standardeinstellung für den Datentyp erfolgt in Datei: Voreinstellungen. Siehe *Standardeinstellung für Globale/ Lokale Daten* auf Seite 67.
Im Module	Das Modul, in dem die neuen Daten verwendet werden.
Anfangswert	Ein den Daten zugewiesener Wert, z.B. beim Lesen von Diskette. Wert durch Drücken von [Taste] ändern und den neuen Anfangswert eingeben.

• Zur Beendigung der Definition ist ***OK*** auszuwählen.

Hinweis: Manchmal ist es einfacher, neue Daten durch Duplizieren und Ändern vorhandener Daten zu erstellen.

10.4 Erstellen eines neuen Datenfeldes

• Das Fenster *Programm Daten* unter **Ansicht: Daten** wählen.

Das Fenster *Programm Daten* öffnet und zeigt alle Daten des zuletzt ausgewählten Datentyps.

Sollen Daten eines anderen Typs erzeugt werden, als die zur Zeit dargestellten, **Ansicht: Datentypen** wählen, den gewünschten Datentyp anwählen und Enter [↵] betätigen.

• **Daten:Neues Datenfeld** wählen.

Es erscheint ein Dialogfeld, daß nach der Dimension des Datenfeldes, 1, 2 oder 3 fragt. Eine Auswahl treffen und Enter [↵] betätigen.

Ein Fenster mit der Anzeige der standardmäßig vorgegebenen Datenfelddeklaration erscheint (siehe Bild 46).

```
num Datenfeld Daten Deklaration

Name:=       reg7...
Typ:=        Variable  □global  □
Dimension:=   {5}
In Modul:=   USER ...
════════════════════════════════════1(5)
{1}:            0
{2}:            0
{3}:            0
{4}:            0
{5}:            0

                     Abbruch    OK
```

Bild 46 Die Deklaration eines Datenfeldes beinhaltet den Namen und Eigenschaften der Daten.

- Das entsprechende Feld auswählen und die gewünschten Eigenschaften festlegen durch:
  - Enter betätigen und Spezifikation der gewünschten Alternative in dem dann erscheinenden Dialogfeld (Felder markiert mit ...)
  - Wahl einer Alternative mit Hilfe der Funktionstasten (Felder markiert mit □)
  - Direkte Spezifikation mit Hilfe der numerischen Tasten (numerischer Anfangswert).

Feld	Beschreibung
Name	Der Name des Datenfelds (maximal 16 Zeichen).
Typ	Spezifiziert ob das Datenfeld eine Konstante (***Konst***), Variable (***Var***) oder speichernde Variable (***Speich***) ist.
global/lokal	Spezifiziert den Gültigkeitsbereich für das Datenfeld. Eine entsprechende Voreinstellung für den Datentyp erfolgt unter **Datei:Voreinstellungen...**. Siehe *Standardeinstellung für Globale/Lokale Daten* auf Seite 67.
Dimension	Die Größe der einzelnen Dimensionen.
In Modul	Das Modul in dem das neue Datenfeld gespeichert wird.
Anfangswert	Ein den Datenfeldelementen zugeordneter Wert wenn, z.B. beim Lesen von einer Diskette. Änderung des Wertes durch Betätigung der Taste und Eingabe des neuen Anfangswertes.

- ***OK*** wählen um der Definition zuzustimmen oder ***Abbruch*** zum Beenden der Definition.

10.5 Daten duplizieren

- Das Fenster *Programm Daten* durch Wahl von **Ansicht: Daten** öffnen.
- Die zu kopierenden Daten wählen.
- Die Funktionstaste ***Dupli*** betätigen.
- Den neuen Namen auf dem erscheinenden Dialogfeld angeben.
- Das Kopieren durch Anwahl von ***OK*** bestätigen.

10.6 Positionsdaten mit Hilfe des Roboters eingeben

- Das Fenster *Bewegen* wählen und Werkzeug oder Werkobjekt angeben, auf welche die Position bezogen werden soll.
- Den Roboter in die gewünschte Position bewegen.
- Die neuen Daten erstellen wie beschrieben in *Erstellen von Daten* auf Seite 50. Der Datentyp *robtarget* ist anzugeben.

Die aktuelle Position des Roboters wird automatisch als Ausgangswert gespeichert.

10.7 Routine Daten

Normalerweise kann auf Daten von jeder Stelle im Programm zugegriffen werden *Programmdaten*. Es ist auch möglich, Daten mit einer besonderen Routine zu verknüpfen *Routinedaten*. In diesem Fall sind diese Daten nur innerhalb der Routine vorhanden.

- Zum Öffnen des Fensters *Programm Daten* ist ***Ansicht: Daten*** auszuwählen.
- **Daten: In Routine...** auswählen.

In dem Fenster erscheinen dann die Routinedaten für die aktuelle Routine. Das Fenster ist ähnlich wie das in Bild 42 gezeigte Fenster, nur daß es den Routinenamen nach dem Programmnamen angibt.

Routinedaten können jetzt auf die gleiche Weise wie Programmdaten erstellt und geändert werden.

11 Änderung von Daten

11.1 Anzeige und mögliche Änderung des aktuellen Werts

- Die gewünschten Daten in einer Instruktion wählen.
- **Bearb.: Wert** auswählen.

Ein Dialogfeld erscheint und zeigt den aktuellen Wert an (siehe Beispiel in Bild 47). Weitere ausführliche Angaben über die Bedeutung der verschiedenen Komponenten sind im entsprechenden Datentyp im RAPID Referenzhandbuch enthalten.

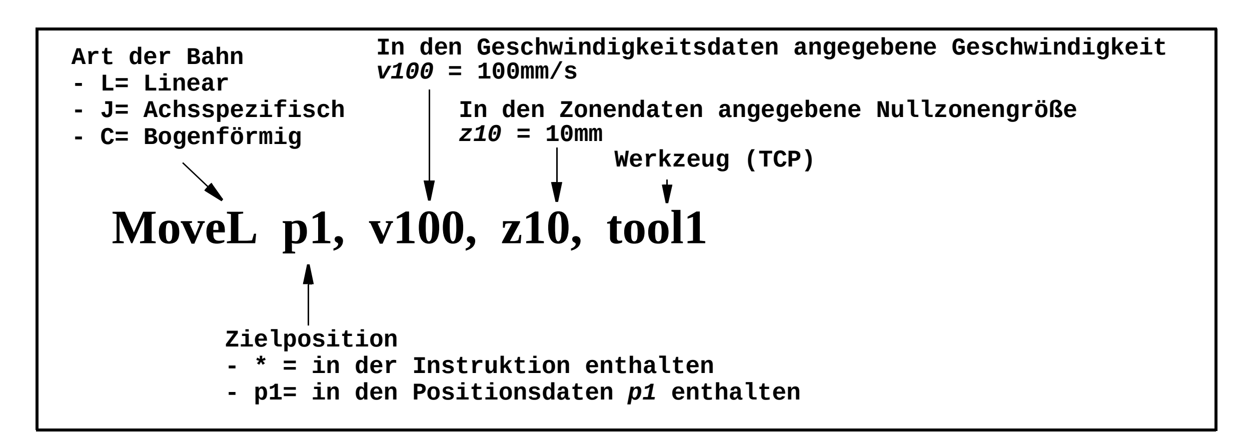
Die Programmiersprache RAPID

1 Programmierung einer Position

1.1 Positionierinstruktion

Eine Positionierinstruktion enthält die nachstehenden Angaben:

- Art der Bahn (linear, Achsbewegung).
- Zielposition für die Bewegung des Roboters.
- Geschwindigkeit.
- Nullzonengröße (Genauigkeit), d.h. wie nahe muß der Roboter an das Ziel anfahren, bevor die Bewegung zur nächsten Position beginnt. Bei Anwahl von *fine* fährt der Roboter die Position genau an.
- Aktuelles Werkzeug (TCP).



Geschwindigkeit und Nullzonengröße sind Daten, welche die gewünschte Geschwindigkeit in mm/s, Nullzonengröße in mm usw. angeben. Diese Daten können Sie selbst erstellen und bezeichnen. Die gewöhnlich verwendeten Werte stehen jedoch schon zur Verfügung.

Das Werkzeug - seine Abmessungen und sein Gewicht - werden in den Werkzeugdaten angegeben (siehe Kapitel 10 ‘Kalibrierung’). Der Arbeitspunkt des Werkzeugs (TCP) wird zur angegebenen Zielposition übertragen, wenn der Befehl (Instruktion) ausgeführt wird (siehe Bild 1).

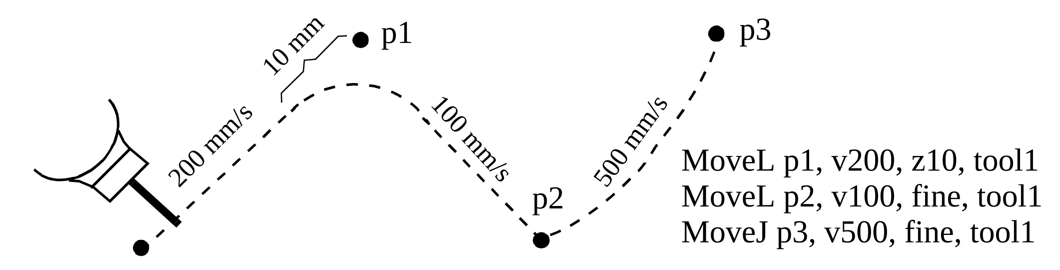


Bild 1 Positionieren des Manipulators

Außer diesen Argumenten kann eine Positionierinstruktion zusätzliche Argumente enthalten, z.B. zur Angabe der Positionierzeit benutzte Argumente. Weitere Einzelheiten siehe entsprechende Instruktion im RAPID Referenzhandbuch.

• Den Manipulator in die gewünschte Zielposition bewegen.

• Die Instruktionsliste durch Wahl von **InstL_1: Bewegung&Prozeß** aufrufen.

Dann erscheinen Programm und angewählte Liste im Fenster (siehe Bild 2).

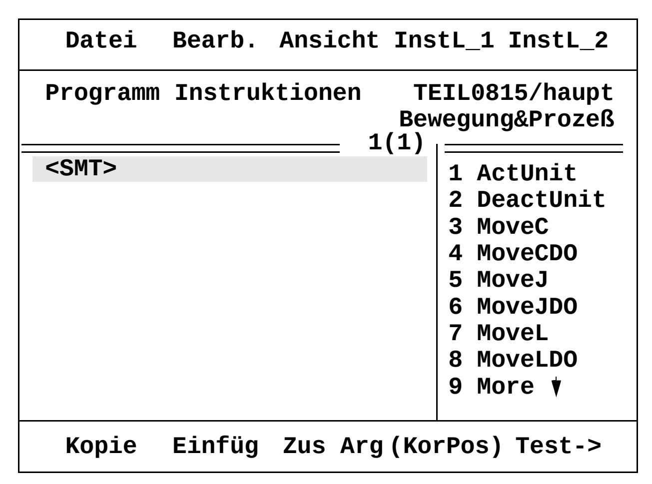


Bild 2 Das für die Programmierung von Positionierinstruktionen verwendete Dialogfeld.

• Gewünschte Instruktion durch Betätigen der entsprechenden Zifferntaste anwählen.

Die Instruktion wird dem Programm direkt zugefügt (siehe Bild 3). Die Argumente werden automatisch gesetzt.

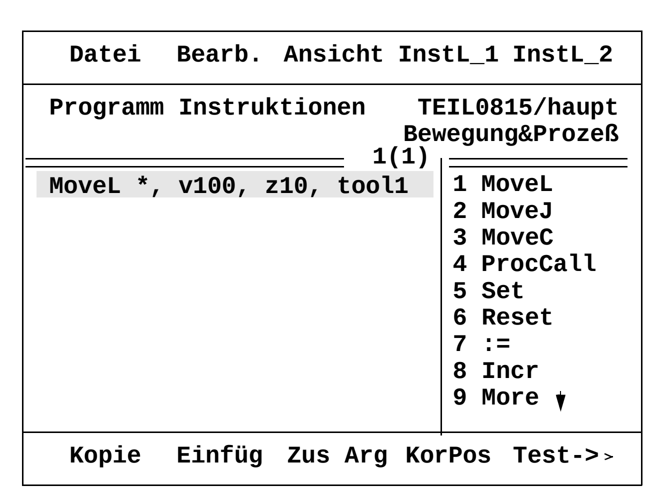


Bild 3 Eine Positionierinstruktion wird einem Programm direkt zugefügt.

Wenn das korrekte Argument gewählt wurde, ist die Instruktion jetzt zur Abarbeitung bereit. Wir werden jedoch Geschwindigkeit und Nullzonengröße ändern.

• Das zu ändernde Argument anwählen (in diesem Beispiel *v100*).

• Enter ↵ betätigen.

Jetzt erscheint das Dialogfeld zur Programmierung von Instruktionsargumenten. Dem angewählten Argument wird ein ? vorangestellt (siehe Bild 4). Der untere Teil des Feldes gibt alle wählbaren Geschwindigkeitsdaten an.

```
Instruktion Argument
MoveL *,? v50, z10, tool1;

Speed: v100
                                    4(12)
Neu...               v5
v10                  v20
v30                  v40
v50                  v60

OK+NXT  Funkt  Mehr…  Abbruch  OK
```

Bild 4 Das für die Änderung der Geschwindigkeit verwendete Dialogfeld.

• Die gewünschte Geschwindigkeit auswählen.

• Durch Betätigen von ***OK+NXT*** auf das nächste Argument (Zonendaten) springen.

Alle verfügbaren Nullzonendaten erscheinen (siehe Bild 5).

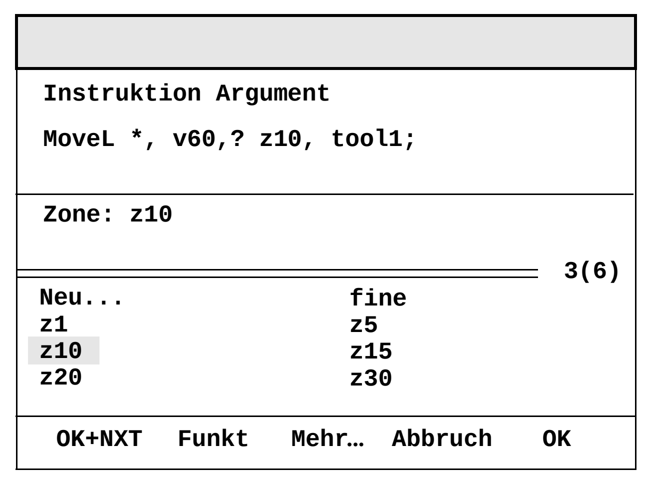


Bild 5 Das für die Änderung der Nullzonendaten verwendete Dialogfeld.

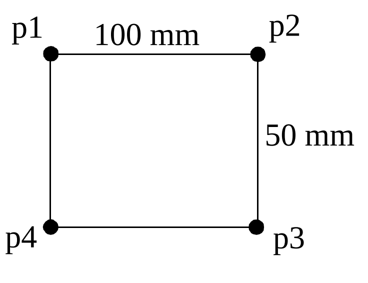
• Gewünschte Nullzonengröße auswählen.

• ***OK*** anwählen, um die Änderung zu bestätigen.

Die Instruktion ist nun zur Abarbeitung bereit.

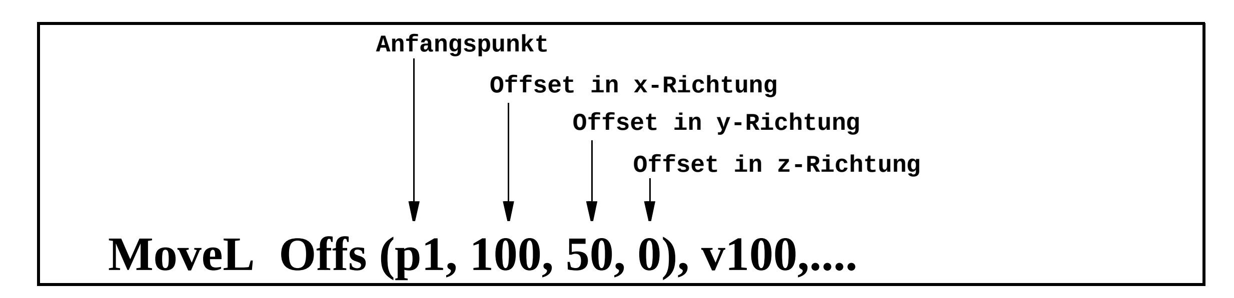
1.2 Programmieren eines Offsets

Manchmal ist es einfacher, eine Position als Offset einer vorgegebenen Position zu definieren. Wenn zum Beispiel die genauen Abmessungen des Werkstücks bekannt sind, ist es nur erforderlich, eine Position anzufahren (siehe Bild 6).



MoveL p1, ...	MoveL p1, ...
MoveL p2, ...	MoveL Offs (p1, 100, 0, 0), ...
MoveL p3, ...	MoveL Offs (p1, 100, 50, 0), ...
MoveL p4, ...	MoveL Offs (p1, 0, 50, 0), ...
MoveL p1, ...	MoveL p1, ...

Bild 6 Zwei Möglichkeiten für die Programmierung einer Bewegung.



- Eine Positionierinstruktion programmieren (siehe *Programmierung einer Position* auf Seite 3).
- Das Positionsargument wählen und Enter ↵ betätigen.
- ***Funkt*** betätigen.
- Funktion ***Offs*** anwählen und Enter ↵ betätigen.

Jetzt erscheint ein Dialogfeld, auf welchem Sie die Argumente der Funktion eingeben können (siehe Bild 7).

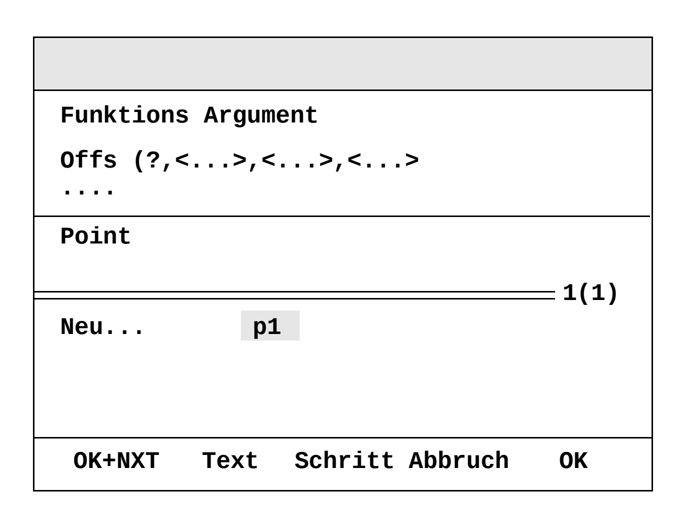


Bild 7 Dialogfeld zum Setzen eines Offsets.

- Den Anfangspunkt anwählen.
- ***OK+NXT*** betätigen.

• Den Offset (den Verschiebungswert) in X-Richtung mit Hilfe der Zifferntasten eingeben.

• ***OK+NXT*** betätigen.

• Den Offset in Y-Richtung mit Hilfe der Zifferntasten eingeben.

• ***OK+NXT*** betätigen.

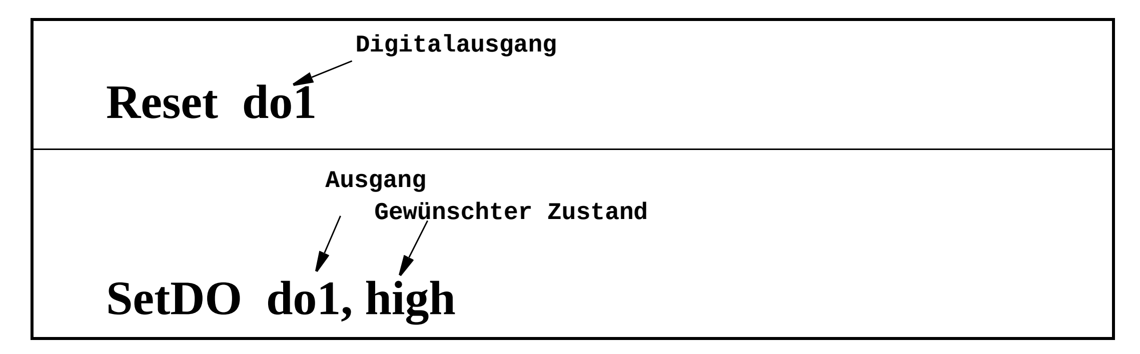
• Den Offset in Z-Richtung mit Hilfe der Zifferntasten eingeben.

• ***OK*** betätigen.

2 Änderung des Zustands eines Ausgangs

Eine Instruktion zum Setzen eines Ausgangs enthält die nachstehenden Informationen:

- Informationen über den zu ändernden Ausgang
- Informationen über den gewünschten Wert



• Die Liste für E/A-Instruktionen durch Wahl von **InstL_1: E/A** aufrufen.

• Die gewünschte Instruktion durch Betätigen der entsprechenden Zifferntaste anwählen.

Dann ist der zu ändernde Ausgang anzugeben. Zu diesem Zweck werden sämtliche Ausgänge des Systems angezeigt (siehe Bild 8).

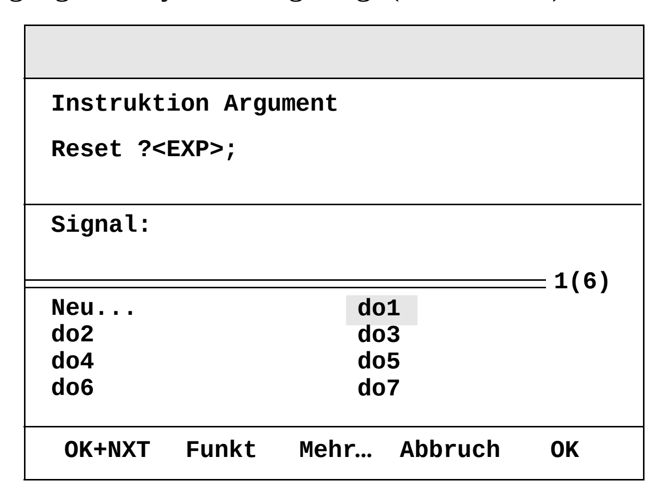


Bild 8 Das zur Definition eines Ausgangs verwendete Dialogfeld.

• Den gewünschten Ausgang wählen.

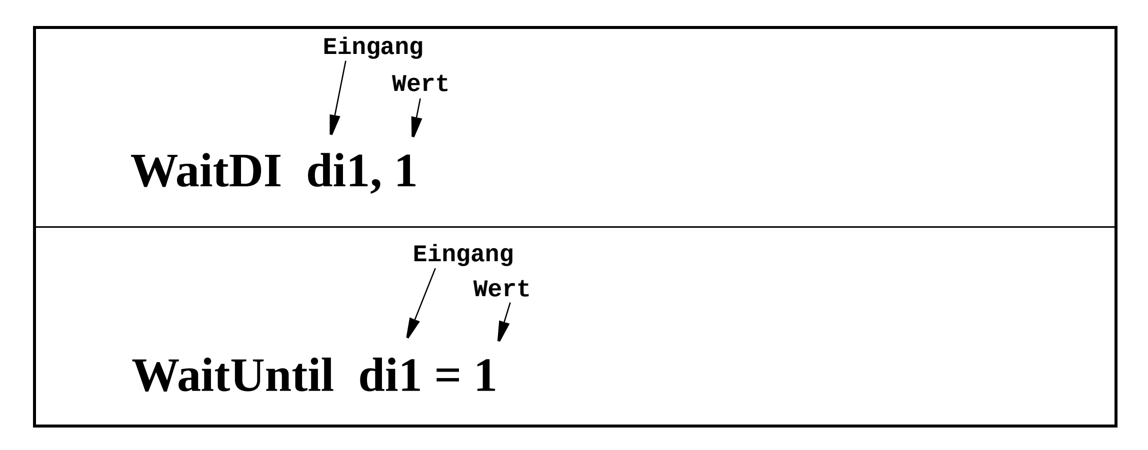
• Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

3 Warten

3.1 Auf einen Eingang warten

Eine Instruktion "Warten auf Eingang" enthält die nachstehenden Angaben:

- Name des Eingangs,
- Eingangswert, um den Programmablauf fortzusetzen.



Die Instruktion *WaitUntil* kann auch für das Warten auf mehrere Eingänge verwendet werden.

- **InstL_1: Verschiedene** anwählen.
- Die Instruktion *WaitDI* anwählen.

Jetzt ist die Bedingung anzugeben, deren Erfüllung den weiteren Programmablauf erlaubt. Dies erfolgt auf dem in Bild 9 dargestellten Dialogfeld.

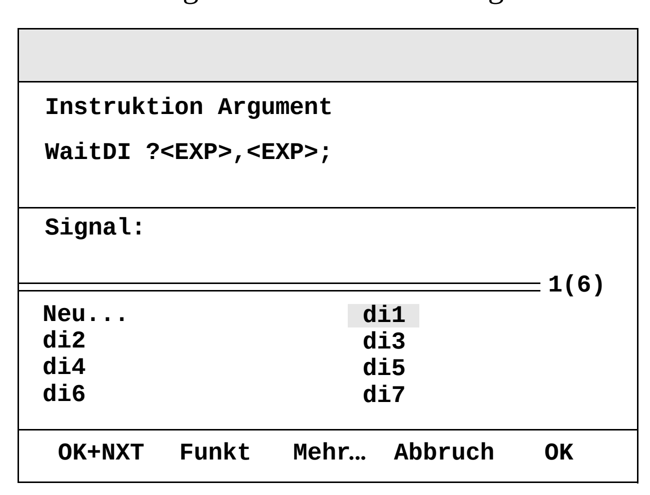
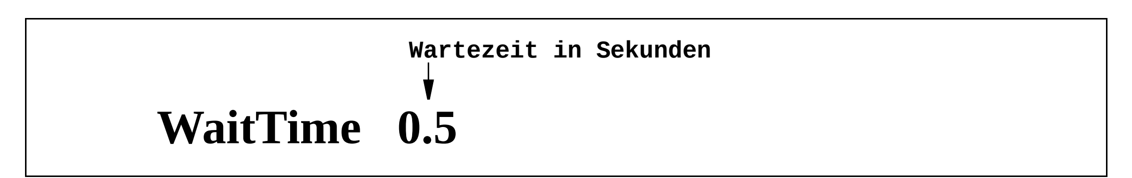


Bild 9 Das für die Definition eines Eingangs verwendete Dialogfeld.

- Den gewünschten Eingang wählen.
- ***OK+NXT*** wählen, um das nächste Argument zu definieren, den Wert des Eingangs.
- Eingangswert mit Hilfe der Zifferntasten eingeben.
- Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

3.2 Eine vorgegebene Zeit warten



- **InstL_1: Verschiedene** wählen.
- Die Instruktion *WaitTime* wählen.

Jetzt erscheint ein Dialogfeld zur Angabe der Zeit (siehe Bild 10).

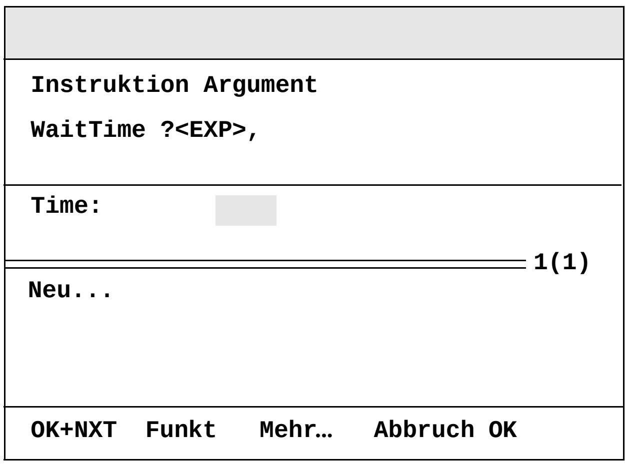


Bild 10 Das zur Angabe der Wartezeit verwendete Dialogfeld.

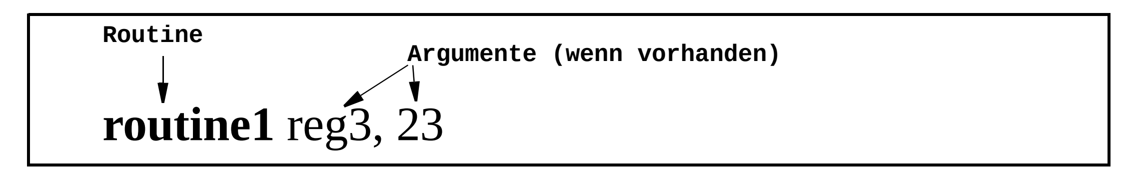
- Die Zeit in Sekunden mit Hilfe der Zifferntasten eingeben.
- Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

4 Instruktion für den Programmablauf

4.1 Aufruf einer Routine

Ein Aufrufbefehl enthält die nachstehenden Angaben:

- Angaben über die aufzurufende Routine
- Angaben über irgendwelche Argumente



Nach dem Ausführen dieser Instruktion läuft die aufgerufene Routine ab. Danach wird die aufrufende Routine fortgesetzt (siehe Bild 11).

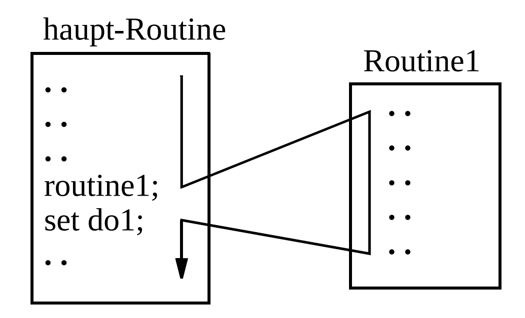


Bild 11 Eine Routine kann eine weitere Routine aufrufen.

- Die Instruktionsliste für den Programmablauf durch Anwahl von **InstL_1: Programm Ablauf** aufrufen.
- Die Instruktion *ProcCall* durch Betätigen der entsprechenden Zifferntaste wählen.

Dann ist die aufzurufende Routine anzugeben. Zu diesem Zweck erscheinen sämtliche Routinen (siehe Bild 12).

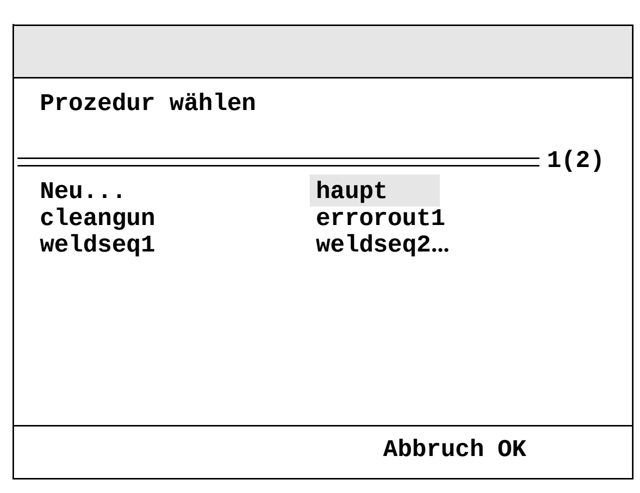


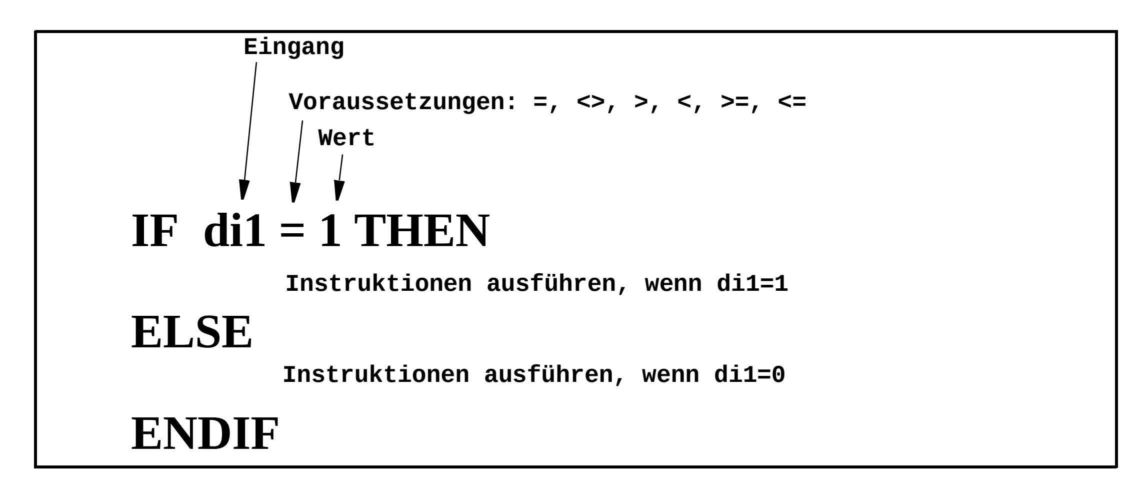
Bild 12 Das für die Anwahl verwendete Dialogfeld.

- Die gewünschte Routine wählen und ***OK*** betätigen.

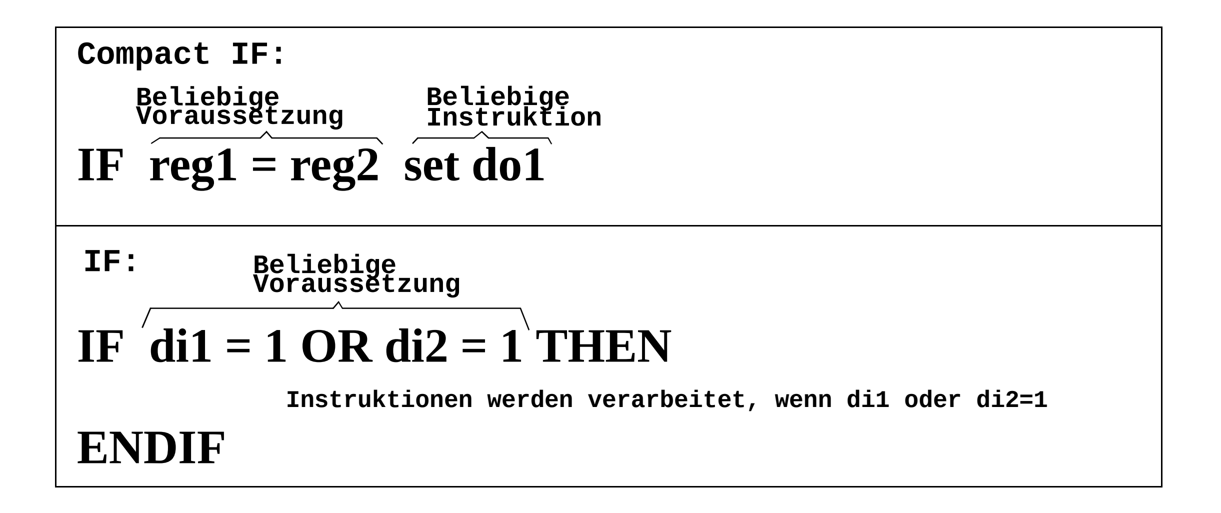
Wenn die Routine keine Parameter hat, ist die Instruktion bereit zur Abarbeitung. Wenn Parameter vorhanden sind (angezeigt durch ...), erscheint ein Dialogfeld, in welchem die Parameter für die Routine in derselben Weise wie ein Argument angegeben werden.

4.2 Verzweigung innerhalb einer Routine

Eine *IF*-Instruktion wird verwendet, wenn je nach dem Erfüllen einer Voraussetzung verschiedene Instruktionen abzuarbeiten sind, zum Beispiel ob ein Eingangssignal gesetzt ist oder nicht.



Eine *IF*-Instruktion ohne ELSE wird verwendet, wenn gewisse Instruktionen nur bei Erfüllung einer Voraussetzung ausgeführt werden sollen. Wenn nur eine Instruktion ausgeführt werden soll, kann die Instruktion *Compact IF* verwendet werden.



Programmierung einer IF-Instruktion, um einen Eingang zu prüfen

- Durch Anwahl von **InstL_1: Programm Ablauf** die korrekte Instruktionsliste aufrufen.
- Instruktion *IF* (oder *Compact IF*) durch Betätigen der entsprechenden Zifferntaste wählen.

Nun spezifizieren man die Bedingung, die erfüllt sein muß, damit die Programmabarbeitung fortgesetzt wird.

- Nach Wahl der Bedingung <EXP> die Taste Enter ↵ betätigen.

Jetzt erscheint ein Dialogfeld, auf welchem der erforderliche Datentyp für die Voraussetzung anzugeben ist (siehe Bild 13).

```
Datentyp auswählen:
1 IF num              (e.g. reg1<5)
2 IF signaldi         (e.g. di1=1)
3 IF bool             (e.g. flag1=TRUE)
4 ...

                         Abbruch   OK
```

Bild 13 Das für die Programmierung von Ausdrücken verwendete Dialogfeld.

- ***IF signaldi*** wählen und Enter ↵ betätigen. Alternativ ist es möglich, aufeinen anderen Datentyp anzuwählen.

Jetzt erscheint ein Dialogfeld, auf welchem der gewünschte Eingang eingegeben werden kann (siehe Bild 14).

```
Ausdruck

_
                                  1(7)
di0                 di1
di2                 di3
di4                 di5
di6                 di7
di8                 di9
di10                di11
di12                di13

  Text    Funkt  Inhalt   Abbruch    OK
```

Bild 14 Das für die Definition von Funktionsargumenten verwendete Dialogfeld.

- Den gewünschten Eingang wählen und Enter ↵ betätigen.
- Mit ***OK*** bestätigen.

Das Dialogfeld für die Programmierung von Ausdrücken wird erneut aufgerufen. Jetzt erscheinen alle Operanden im unteren Teil des Feldes.

- Operand = wählen und Enter ↵ betätigen.
- Mit Hilfe der Zifferntasten 0 oder 1 eingeben.
- ***OK*** wählen, um die Änderung zu bestätigen.
- Instruktionen zwischen THEN und ELSE sowie zwischen ELSE und ENDIF einfügen. Hierzu die leere Instruktion <SMT> wählen und die gewünschte Instruktionen aus der Liste auswählen.

Wenn der ELSE-Teil von der Instruktion entfernt werden soll:

• Die komplette IF-Instruktion wählen und Enter ↵ betätigen.

Es erscheint ein Dialogfeld mit Angabe der möglichen Struktur der Instruktion. Nicht in der Instruktion enthaltene Argumente sind in rechteckigen Klammern eingeschlossen (siehe Bild 15).

```
Instruktion Argument

═══════════════════════════════════ 4(6)
IF
  Ausdruck
  \Instr. Liste
  \ELSEIF
  [\ELSE]
Ende

  Hinzu  Löschen          Abbruch    OK
```

Bild 15 Das Dialogfeld zur Änderung der Struktur einer IF-Instruktion.

• \ELSE wählen und ***Löschen*** betätigen.

• ***OK*** betätigen, um die Änderung zu bestätigen.

5 Wertzuweisung zu Daten (Registern)

Eine Zuweisungsinstruktion enthält die nachstehenden Angaben:

- Angaben über die zu ändernden Daten.
- Angaben über den gewünschten Wert, der ein vollständiger Ausdruck sein kann (z.B. *reg1+5*reg2*.



Um einfache Berechnungen mit Registervariablen durchzuführen, können die nachstehenden Instruktionen verwendet werden.

Clear	reg1	löscht ein Register
Incr	reg1	Inkrementieren (Erhöhen) um 1
Decr	reg1	Dekrementieren (Vermindern) um 1
Add	reg1, 5	Addiert den Wert 5 zu einem Registerwert

Programmierung einer Zuweisung

• Die korrekte Instruktionsliste durch Wahl von **InstL_1: Verschiedene** oder **Mathematik** aufrufen.

• Die Instruktion **:=** durch Betätigen der entsprechenden Zifferntaste wählen.

Jetzt sind die zu ändernden Daten anzugeben. Zu diesem Zweck werden die verschiedenen Daten angezeigt (siehe Bild 16).

```
Datentyp auswählen:
1 num  :=             (e.g. reg1<5)
2 bool :=             (e.g. flag1:=TRUE)
3 robtarget:=         (e.g. p1:=p4)
4 ...

                          Abbruch   OK
```

Bild 16 Das für die Anwahl des Datentyps verwendete Dialogfeld.

• Den gewünschte Datentyp wählen und Enter ↵ betätigen. Alternativ die Zifferntasten verwenden, um mittels Zahl den gewünschten Datentyp zu wählen.

Wenn der gewünschte Datentyp unter den drei vordefinierten Typen nicht aufgefunden werden kann, Alternative 4 für weitere Typen wählen. Die im Programm verwendeten Datentypen werden dann in der unteren Hälfte des Feldes aufgelistet (siehe Bild 17).

Um alle Datentypen zu betrachten, die Funktionstaste ***Alle*** betätigen.

```
Datentyp auswählen:
1 num  :=             (e.g. Reg1<5)
2 bool :=             (e.g. flag1=TRUE)
3 robtarget:=         (e.g. p1:=p4)
4 ...

bool
clock
x
x
x
x

 Alle
```

Bild 17 Das Dialogfeld zeigt die im Programm verwendeten Datentypen.

• Den gewünschten Datentyp wählen und Enter ↵ betätigen.

Es erscheint ein Dialogfeld, in welchem die zu ändernden Daten definiert werden können (siehe Bild 18).

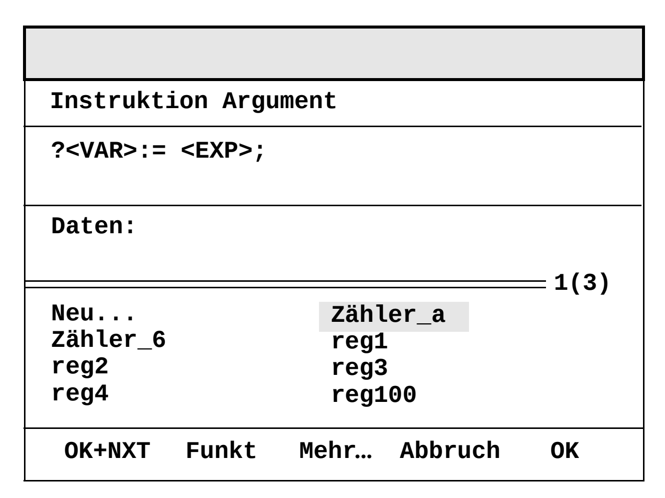


Bild 18 Das für die Definition von zu ändernden Daten verwendete Dialogfeld. Nur num-Daten erscheinen in der Liste.

• Die gewünschten Daten wählen.

• Das nächste Argument durch Betätigen von ***OK+NXT*** wählen.

Dann den neuen Wert der Daten angeben. Für diese Übung haben wir einen konstanten Wert gewählt, z.B. reg1:=5.
(Liste an/aus) verwenden, um ein Zeichen anstelle eines numerischen Werts zu wählen.

• Den Wert direkt mit Hilfe der Zifferntasten eingeben.

• ***OK*** wählen, um die Eingabe der Instruktion zu bestätigen.

Die Instruktion ist jetzt ablaufbereit.

Hinweis: Die auf der linken Seite des Zuweisungszeichens stehende Datenelementmuß eine Variable oder eine Speichernde Variable sein.

Produktion

Das Fenster Produktion erscheint automatisch auf dem Programmiergerät, sobald die Leistung eingeschaltet wird und der Betriebsartenwahlschalter auf Automatik steht. Sie können es außerdem durch Betätigen von und Anwahl von ***Produktion*** aufrufen.

1 Das Fenster Produktion

Das Fenster Produktion wird verwendet, um die Programmabarbeitung zu starten und zu stoppen (siehe Bild 1).

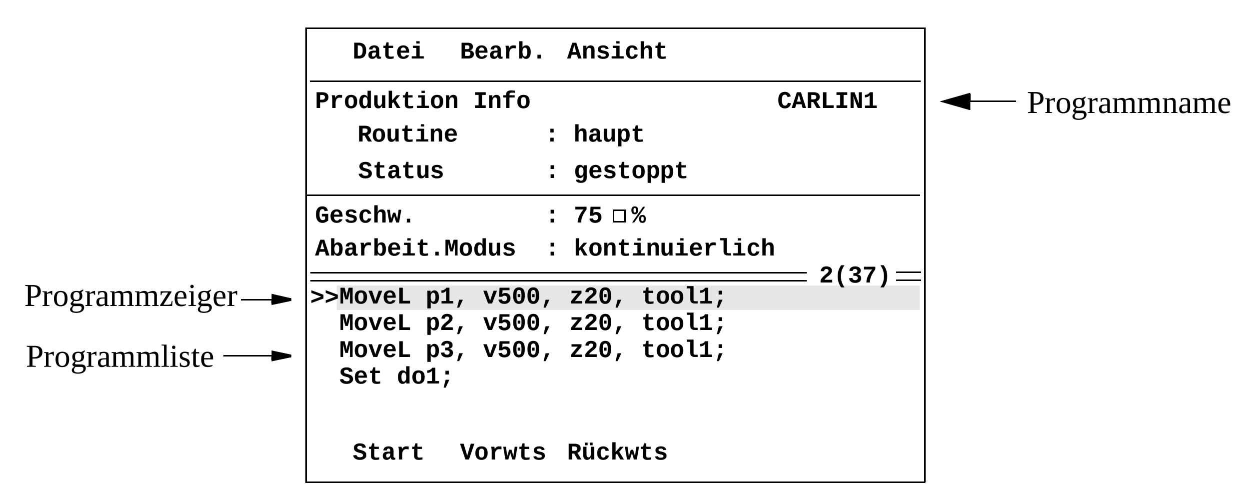


Bild 1 Sämtliche Produktionsabläufe werden durch das Fenster Produktion gesteuert.

Vor dem Starten des Programms das Feld Programmname prüfen. Der Programmname ist in der oberen rechten Ecke der Anzeige zu sehen.

Ansicht: Info wählen, um das Fenster *Produktion Info* zu öffnen.

Zum Starten des Programms, siehe Abschnitt *5 Starten des Programms* auf Seite 6.

Wird im Zustandsfeld NICHT GELAD. angezeigt, ist ein Programm zu laden (siehe Abschnitt *2 Laden eines Programms* auf Seite 4).

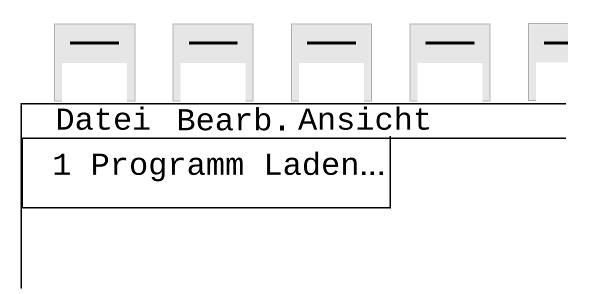
Feld:	Anzeige:		
Routine	Die abzuarbeitende Routine.		
Status	NICHT GELAD.	=	es ist kein Programm geladen.
	GESTOPPT	=	ein Programm ist geladen, und es kann abgearbeitet werden (PZ ist gesetzt)
	LÄUFT =		das Programm wird gerade abgearbeitet
	NICHT ABARBEITBAR	=	ein Programm ist geladen, kann aber nicht abgearbeitet werden
Geschwindigkeit	Die gewählte Geschwindigkeitskorrektur als Prozentsatz.		

Abarbeit. Modus	Kontinuierlich (Kont)= Abarbeitung ständig wiederholt. Zyklisch (Zykl) = einmalige Abarbeitung des Programms.
Programmliste	Die Instruktionen, die abgearbeitet werden.
Programmzeiger	Zeigt die Instruktion, die bei einem ***Start*** als nächste abgearbeitet wird.

2 Laden eines Programms

Das Programm kann von einer Diskette oder von dem internen Speichermedium des Robotersystems geladen werden. Ein Programm wird wie folgt geladen:

• **Datei: Programm Laden** wählen.



Das nachstehende Dialogfeld erscheint (siehe Bild 2).

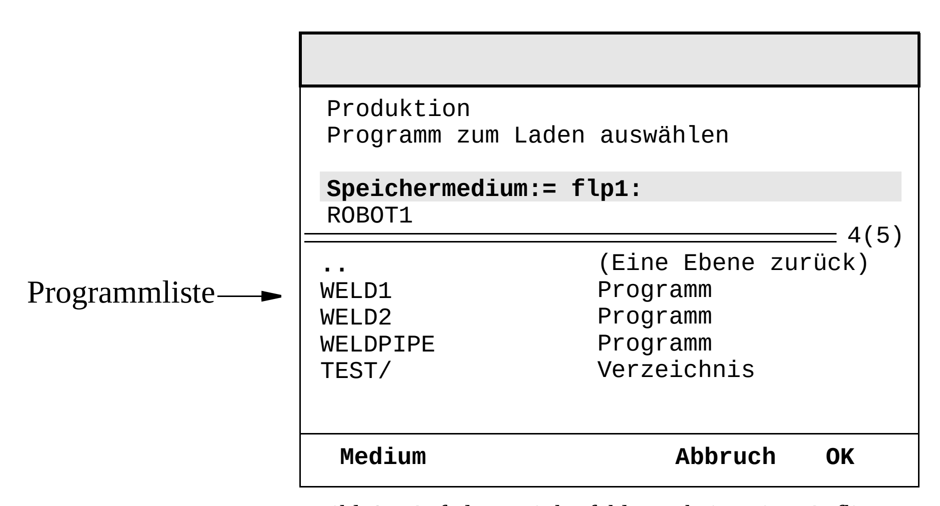


Bild 2 Auf dem Dialogfeld erscheint eine Auflistung aller zur Verfügung stehenden Programme.

Das Feld Speichermedium läßt erkennen:

- **flp1** bedeutet eine Diskette;
- **hd0a** bedeutet der interne Speicher des Roboters (die Flash-Disk).

• ***Medium*** betätigen, bis das gewünschte Speichermedium erscheint.

• Das gewünschte Programm anwählen – Pfeil nach oben und Pfeil nach unten zum Durchlauf durch die Liste verwenden . . anwählen, um eine Verzeichnis-ebene aufwärts und betätigen, um eine Verzeichnisebene tiefer zu gehen.

• ***OK*** betätigen.

3 Änderung der Override-Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit des Roboters kann während der Abarbeitung des Programms beeinflußt werden. Die Funktionstasten lassen erkennen, wie die Geschwindigkeit vermindert oder erhöht werden kann.

–%	mindert den Wert um 5 % (oder 1 %, wenn < 5 %).
+%	erhöht den Wert um 5 % (oder 1 %, wenn <5 %).
25%	setzt den Wert auf 25 %.
100%	setzt den Wert auf 100 %.

Für die Änderung der Override-Geschwindigkeit wie folgt vorgehen:

• Den mittleren Teil der Anzeige durch Betätigen von wählen.

• Mit Hilfe der Pfeiltasten das Feld für die Geschwindigkeitskorrektur anwählen (siehe Bild 3).

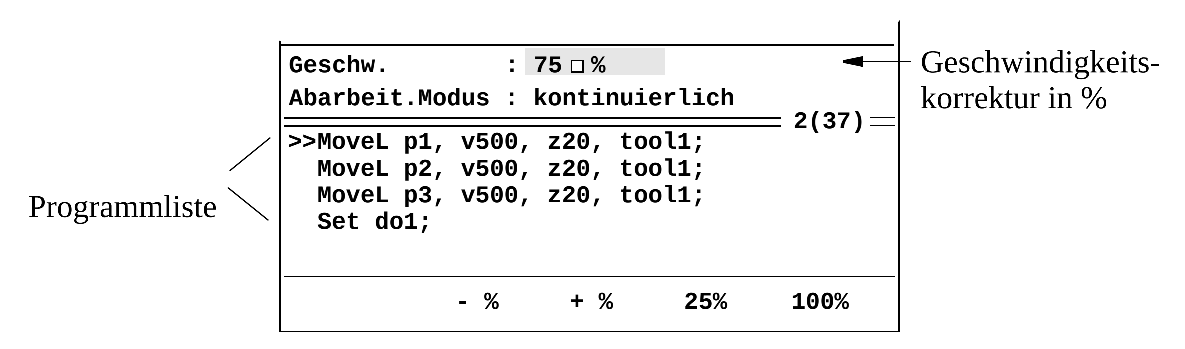


Bild 3 Die Funktionstasten können zum Erhöhen oder Vermindern der programmierten Geschwindigkeit verwendet werden.

• Die gewünschte Alternative betätigen.

• Um auf die Programmliste zurückzuspringen, betätigen.

4 Änderung des Programmabarbeitungsmodus

Ein Programm kann auf die folgenden zwei Weisen abgearbeitet werden:

- ***Kontinuierlich –*** ständig wiederholte Abarbeitung
- ***Zyklisch –*** eine einzige Abarbeitung des Programms

Sie können den Abarbeitungsmodus des Programms im Feld ***Abarb. Modus*** ändern:

• Den mittleren Teil der Anzeige durch Betätigen von anwählen.

• Mit Hilfe der Pfeiltasten ***Abarbeit. Modus*** anwählen (siehe Bild 4).

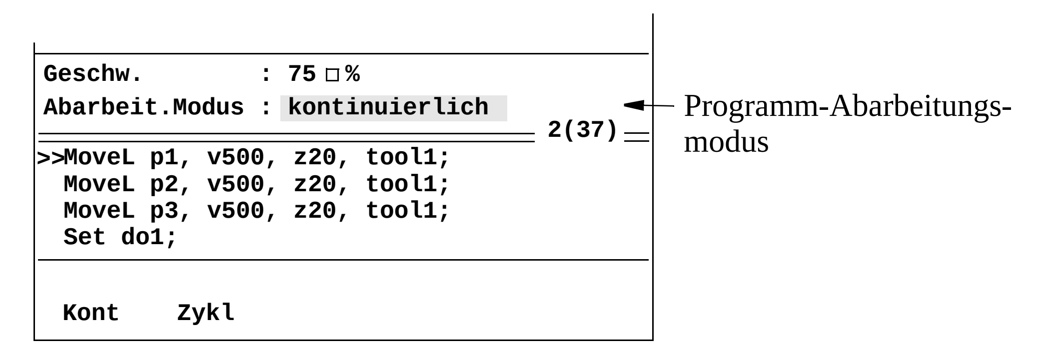
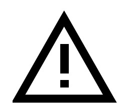


Bild 4 Die verschiedenen Arten der Programmabarbeitung werden durch die Funktionstasten angewählt.

• Die gewünschte Funktionstaste **Kont** oder **Zykl** für den Abarbeitungsmodus betätigen.

• Um auf die Programmliste zurückzuspringen, die Taste betätigen.

5 Starten des Programms

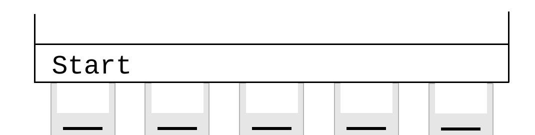


Nachdem das Programm gestartet wurde, beginnen die Bewegungen von Manipulator und anderen Peripheriegeräten. Deshalb vor dem Starten des Roboters sicherstellen, daß alles Personal den Arbeitsbereich verlassen hat und nicht benötigte Einrichtungen entfernt wurden.

Wird auf der Programmzustandszeile NICHT GELAD. angezeigt, ist ein Programm zu laden (siehe Abschnitt *2 Laden eines Programms* auf Seite 4).

Ist ein Programm geladen und ablauffähig, wird auf der Zustandszeile GESTOPPT angezeigt und das Programm kann gestartet werden.

• Funktionstaste ***Start*** betätigen.



Wird ein Programm abgearbeitet erfolgt eine Anzeige der Instruktion, die aktuell abgearbeitet wird (siehe Bild 5).

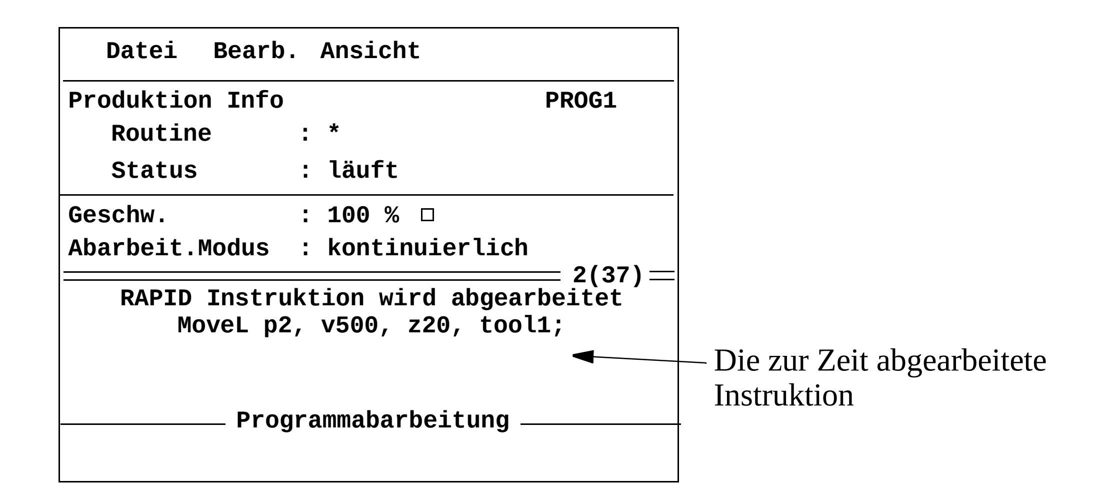


Bild 5 Die aktuelle Instruktion wird während der Programmabarbeitung gezeigt.

5.1 Start nach einem Stop

Um die Programmabarbeitung von der Unterbrechungsstelle fortzusetzen:

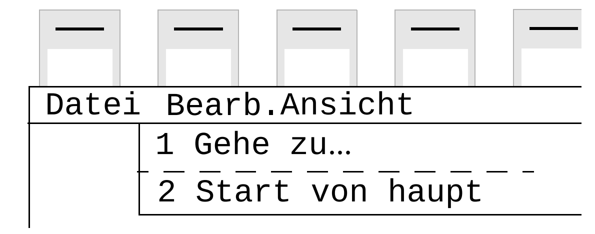
• ***Start*** betätigen.

Es ist auch möglich, das Programm vom Anfang wieder starten zu lassen. Dies wird nachstehend beschrieben.

5.2 Starten eines Programms vom Anfang

Um vom Anfang an zu starten, wie folgt vorgehen:

• **Bearb.: Start von haupt** wählen.



• Zur Bestätigung ***OK*** betätigen.

Der Programmzeiger » springt dann zur ersten Instruktion des Programms.

• ***Start*** betätigen.

6 Stoppen des Programms

Die Programmabarbeitung kann durch Betätigen der Stoptaste auf dem Programmiergerät gestoppt werden (siehe Bild 6).

Bei einem Notfall ist statt dessen eine der roten Not-Aus-Tasten zu drücken. Dadurch wird die Stromversorgung der Robotermotoren abgeschaltet und die Bremsen fallen ein.

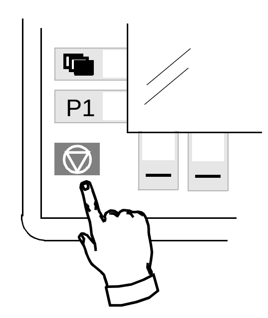
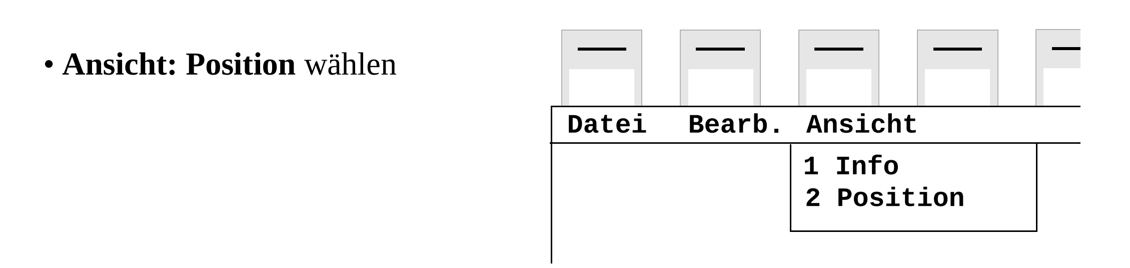


Bild 6 Diese Stoptaste dient zum Stoppen des Programmablaufs.

7 Verschieben von Positionen

• **Ansicht: Position** wählen



Die Verschieben-Funktion im Fenster Produktion ermöglicht die Verschiebung der x, y und z Koordinate einer Roboterposition (siehe Bild 7). Die Verschiebung kann sowohl im Status GESTOPPT als auch im Status LÄUFT erfolgen.

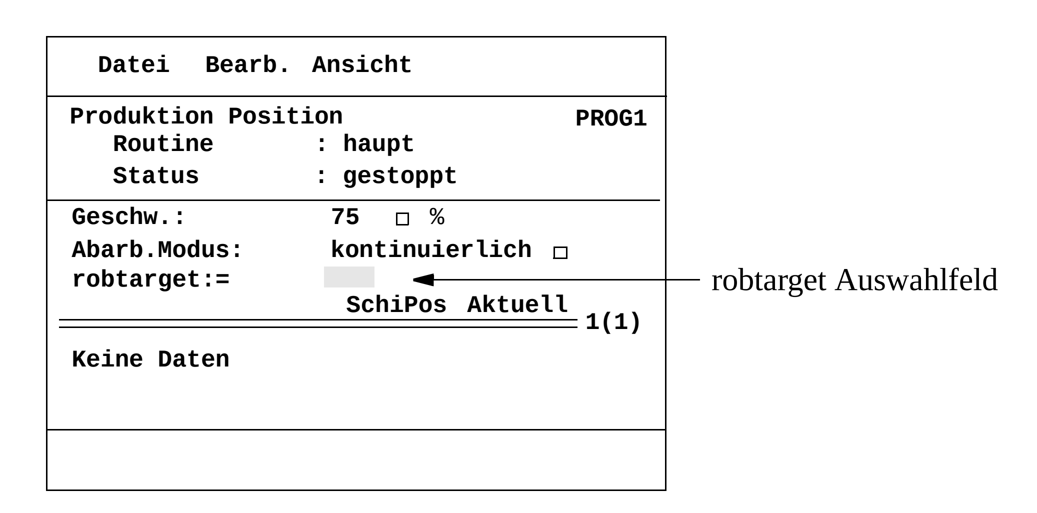


Bild 7 Die Ansicht Produktion Info. Kein robtarget ausgewählt.

• DAs Feld ***robtarget*** anwählen und Enter ↵ betätigen.

• Die zu verschiebende Position in der Liste erscheinenden Liste auswählen.

• ***OK*** oder Enter ↵ betätigen um die Auswahl zu bestätigen.

```
  Datei  Bearb.  Ansicht
Produktion Position                    PROG1
   Routine      : haupt
   Status       : gestoppt
Geschw.:             75  □  %
Abarb.Modus:         kontinuierlich  □
robtarget:=         p110
                      SchiPos  Aktuell
                                        1(3)
x                         0.00    xx.xx   mm
y                         0.00    yy.yy   mm
z                         0.00    zz.zz   mm

                                      SchiPos
```

Coordinate list

Bild 8 Die Ansicht Produktion Position mit einem ausgewählten robtarget.

• Die x, y oder z Koordinate in der Koordinateliste wählen (siehe Bild 8).

• **SchiPos** betätigen

Es erscheint ein Dialog, in dem man die Position verschieben kann.

• Den gewünschten Wert eingeben und Enter ↵ betätigen.

- Keine Änderung = 0.
- Max. Änderung in einem Schritt = ±10 mm

Die Eingabe kann in mehreren Schritten erfolgen. Die Positionsdaten werden unverzüglich nach jedem Schritt geändert, beeinflussen die Bahn des Roboters aber erst dann, wenn eine Bewegungsinstruktion abgearbeitet wird, die auf die entsprechenden Positionsdaten zugreift. Die Positionswerte der aktuellen Instruktion werden in der Spalte ***Aktuell*** angezeigt.

Die Änderungen stehen in der Spalte ***SchiPos.***

Hinweis: Wird eine benannte Position verändert, sind alle Instruktionen die sich auf die entsprechende Position beziehen von der Änderung beeinflußt. Unbenannte Position (mit einem * in der Instruktion gekennzeichnet) können nicht verschoben (geändert) werden.

Siehe auch Kapitel 8 Programmierung und Test - *Veränderung einer Position während der Programmabarbeitung*.

Die Verschieben-Funktion im Automatikbetrieb kann auch gesperrt werden. Siehe Kapitel 12 Systemparameter - *Parameter:Programmiergerät.*

8 Dialog mit dem Bediener

Besondere Anweisungen können im Programm erzeugt und zur Bedienerführung verwendet werden (siehe Bild 9).

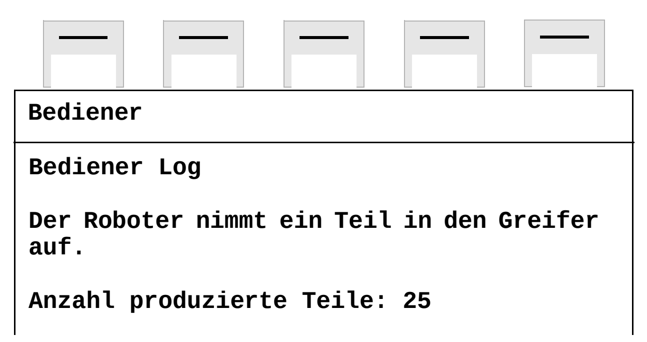


Bild 9 Beispiel einer Bedienerführung.

- Um auf das Fenster Produktion zurückzuspringen, die Taste [Taste] drücken und ***Produktion*** wählen.

Manchmal kann die Programmabarbeitung erst dann fortgesetzt werden, wenn der Bediener entsprechend reagiert hat (siehe Beispiel in Bild 10).



Bild 10 Vom Programm gestellte Fragen sind mit dem Zehnerblock zu beantworten

- Wenn die Antwort ein numerischer Wert ist, die Zifferntasten benutzen.
- ***OK*** betätigen.
- Wenn Text über den Funktionstasten erscheint, muß durch Betätigen der gewünschten Alternative geantwortet werden (siehe Bild 11).

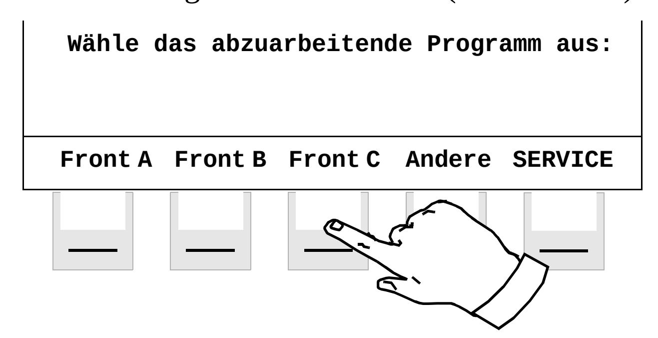


Bild 11 Die Bedienerführung kann jeder Roboter-Installation angepaßt werden.

Das obige Dialogfenster kann erst dann verlassen werden, wenn die Frage beantwortet oder die Programmabarbeitung gestoppt wird.

Datei Manager

Der Datei-Manager wird verwendet:

- zum Kopieren, Verschieben oder Löschen von Dateien;
- zur Änderung von Dateinamen;
- zum Erzeugen von Verzeichnissen auf Disketten oder anderen Datenträgern;
- zum Ausdrucken von Dateien;
- zum Formatieren von Disketten.

1 Programm- und Datenspeicherung

Programme und Daten werden als normale PC-Textdateien abgespeichert. Sie können auf der im System integrierten Flash-Disk, einer Diskette im Diskettenlaufwerk (wenn vorhanden) oder auf einem beliebigen Laufwerk im Netzwerk gespeichert und von ihnen geladen werden.

Bei der *Diskette* handelt es sich um eine standardmäßige, DOS-formatierte Diskette 3,5 Zoll, HD, 1,44 Mbyte.

Anmerkung: Vor dem Sichern von Programmen und Daten ist die Diskette in der Robotersteuerung oder in einem PC zu formatieren. Vorformatierte DOS-Disketten arbeiten nicht immer einwandfrei.

Anmerkung: Disketten dürfen auf keinen Fall im Schrank aufbewahrt werden, da die Gefahr besteht, daß die darauf gespeicherten Informationen durch Wärme und Magnetfelder zerstört werden.

Eine *Datei* kann ein Programm, durch das Programm erzeugte Daten oder können Systemparameter sein und kann auf einem der Speichermedien gespeichert werden.

Verzeichnisse dienen der Zusammenfassung von Dateien, um eine strukturierte Speichereinheit zu schaffen, wie zum Beispiel Testprogramme in einem Verzeichnis und Fertigungsprogramme in einem anderen (siehe Bild 1).

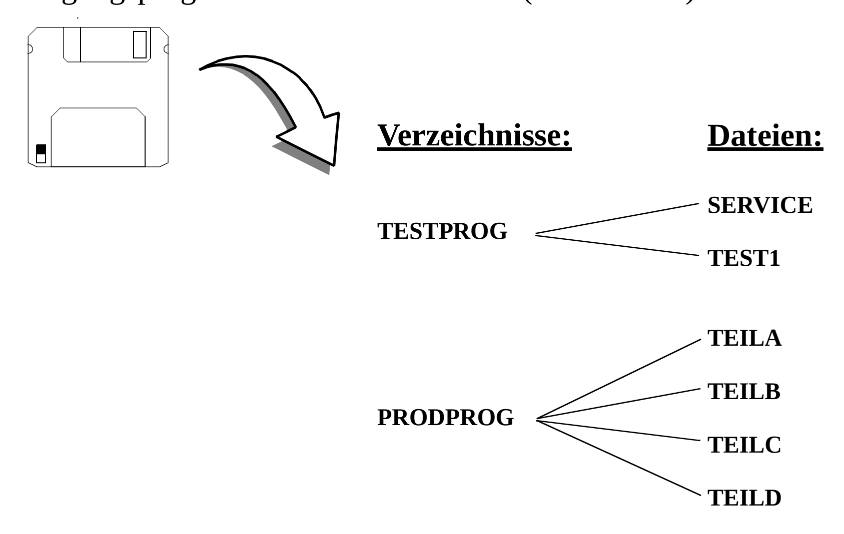


Bild 1 Die Dateien können in Verzeichnissen auf einer Diskette gespeichert werden

2 Das Fenster Datei Manager

- Taste Andere Fenster [Symbol] betätigen .
- Auf dem erscheinenden Dialogfeld ***Datei-Manager*** anwählen.
- Enter [↵] betätigen.

Jetzt erscheint das Fenster Datei-Manager (siehe Bild 2).

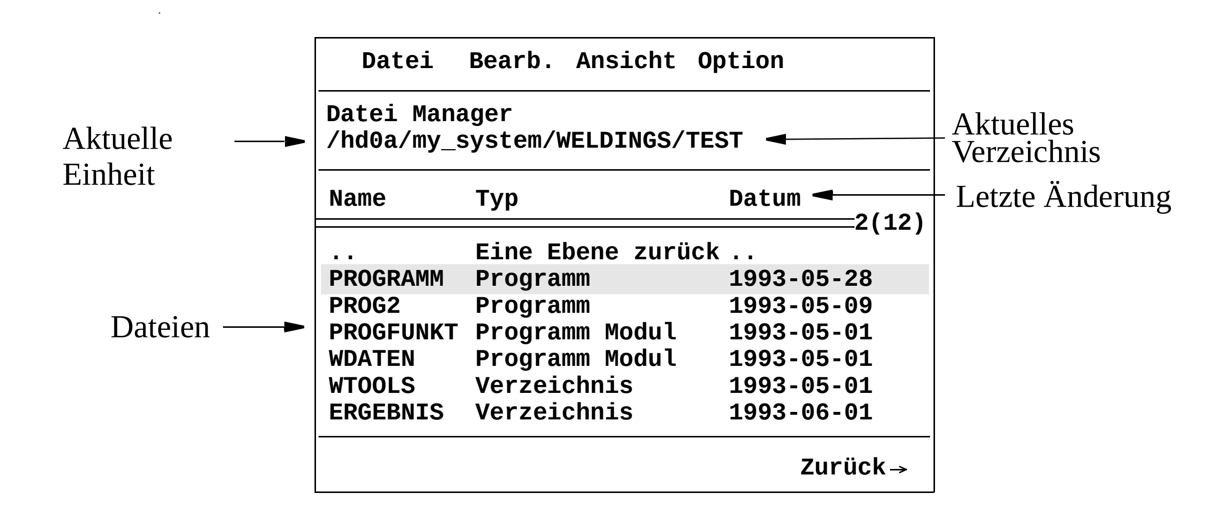


Bild 2 Im Datei-Managerfenster erscheinen alle Dateien eines Verzeichnisses

- Die gewünschte Einheit auf dem **Ansicht**-Menü wählen:
  - Flash-Disk **Ansicht: [hd0a:]**

oder eines der verfügbaren Laufwerke im Netzwerk

- Floppy-Disk **Ansicht: [flp1:]**
- Laufwerk imNetzwerk **Ansicht: [Network:]**Anwahl eines Verzeichnisses

2.1 Das gewünschte Verzeichnis anwählen.

- Enter [↵] betätigen.

Die im gewählten Verzeichnis vorhandenen Verzeichnisse und Dateien erscheinen auf der Anzeige. Zur Auswahl des nächsten darüberliegenden Verzeichnisses ist in die oberste Zeile in der Liste (..) zu gehen und dann Enter [↵] zu betätigen oder die Funktionstaste ***Aufwärts*** zu benutzen.

2.2 Anzeigen der Datei-Informationen

- Eine Datei in der Liste anwählen und Enter ↵ betätigen.

Die nachstehenden Informationen werden angegeben:

- Name und Art der Datei;
- Umfang der Datei in Bytes;
- Datum und Zeit der letzten Änderung der Datei.

- Um den Dialog zu beenden, ***OK*** anwählen.

3 Erstellen oder Verschieben von Dateien und Verzeichnissen

3.1 Erstellen eines neuen Verzeichnisses

- Anwahl von **Datei: Verzeichnis erstellen...**

Der in Bild 3 dargestellte Dialog erscheint.

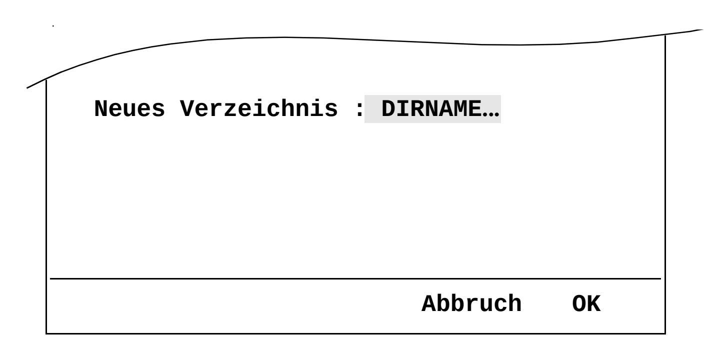


Bild 3 Der Dialog für ein neues Verzeichnis

- Enter ↵ betätigen.
- Den neuen Namen eingeben und ***OK*** betätigen.

Durch Betätigen von ***OK*** bestätigen. Das Verzeichnis wird unter dem aktuellen Verzeichnis angelegt.

3.2 Umbenennen einer Datei oder eines Verzeichnisses

- Anwahl von **Datei: Umbenennen**...

Der in Bild 4 dargestellte Dialog erscheint.

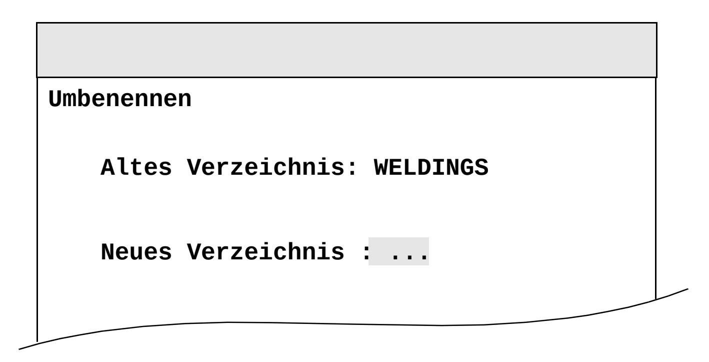


Bild 4 Der Umbenennungsdialog für ein Verzeichnis

- Enter ↵ betätigen.
- Den neuen Namen (max. 8 Zeichen) eingeben und ***OK*** betätigen.
- Durch Betätigen von ***OK*** bestätigen.

3.3 Löschen einer Datei und eines Verzeichnisses

- Gewünschte Datei oder gewünschtes Verzeichnis anwählen.
- Löschen ⌫ betätigen.
- ***OK*** anwählen, um das Löschen zu bestätigen.

Achtung: Nur ein leeres Verzeichnis kann gelöscht werden.

3.4 Kopieren von Dateien und Verzeichnissen

- Zu kopierende Datei oder zu kopierendes Verzeichnis anwählen. Bei der Anwahl eines Verzeichnisses werden sämtliche Unterverzeichnisse und Dateien ebenfalls kopiert.
- Anwahl von **Datei: Kopieren...**

Der in Bild 5 dargestellte Dialog erscheint.

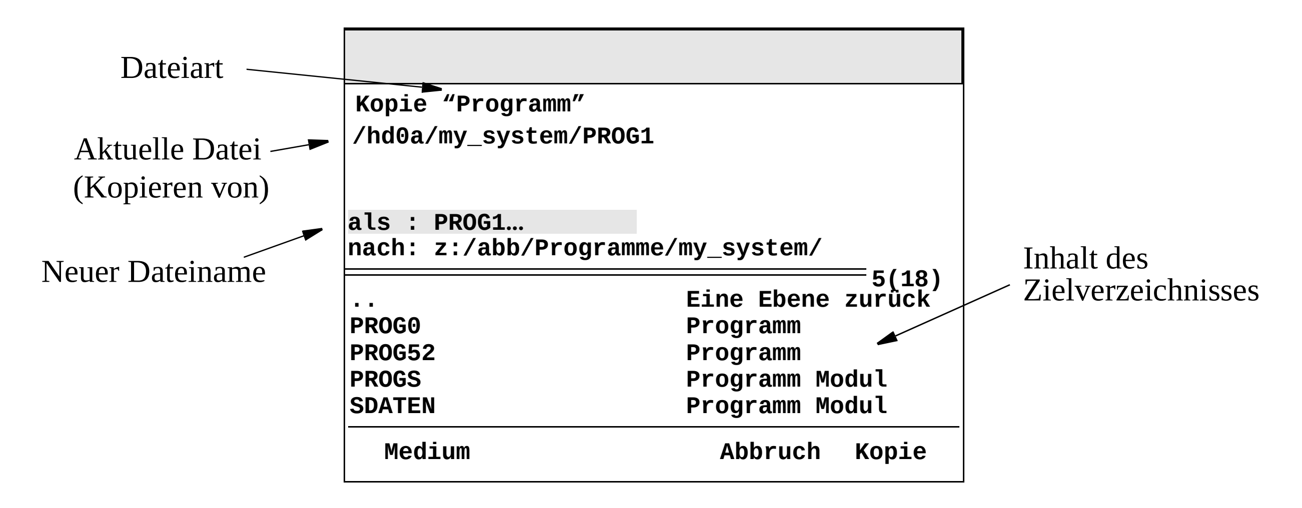


Bild 5 Das Dialogfeld für das Kopieren von Dateien oder Verzeichnissen

- Den Namen der neuen Datei durch Anwahl des Felds ***als*** angeben und Enter ↵ betätigen. Wenn keine Name angegeben wird, erhalten die kopierten Dateien/ Verzeichnisse den gleichen Namen wie die Quelle.
- Das Speichermedium (erster Teil des Felds ***nach***) durch Drücken der Funktionstaste Medium angeben. Ohne Angabe eines Zielmediums wird das gleiche Medium wie in der Quelle verwendet.
- Das Zielverzeichnis (der letzte Teil des Felds ***nach***) durch Wahl des unteren Teil des Fensters angeben. Das gewünschte Zielverzeichnis wählen und Enter ↵ drücken. Ohne Angabe eines Verzeichnisses wird das gleiche Verzeichnis wie für die Quelle verwendet.
- Durch Betätigen von ***Kopie*** das Kopieren einleiten.

3.5 Verschieben von Dateien und Verzeichnissen

- Zu verschiebende Datei oder zu verschiebendes Verzeichnis anwählen.
- Anwahl von **Datei: Verschieben...**

Der in Bild 6 dargestellte Dialog erscheint.

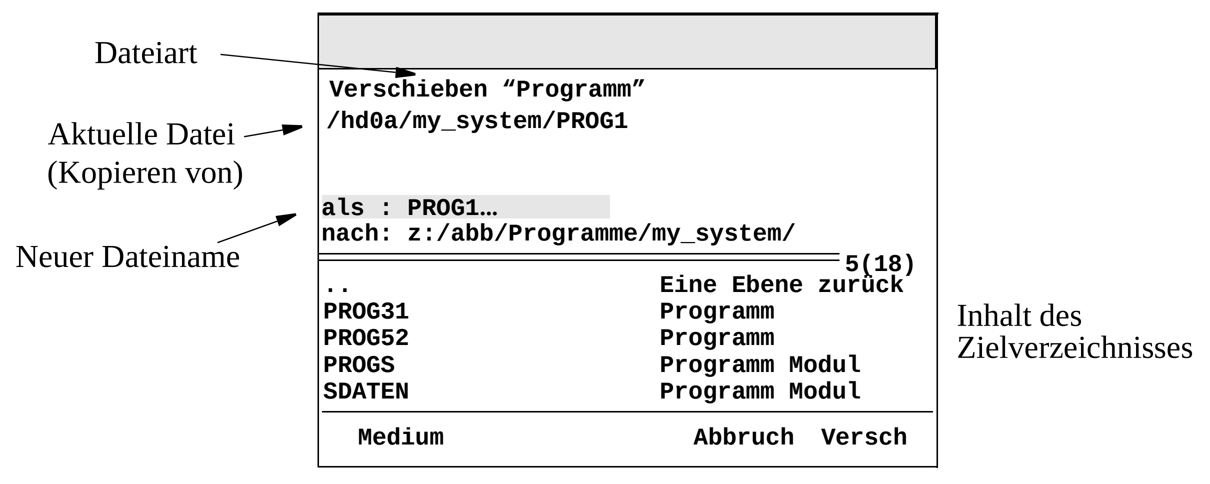


Bild 6 Das Dialogfeld für das Verschieben von Dateien und Verzeichnissen

- Durch Anwahl von ***als*** der zu verschiebenden Datei einen neuen Namen geben und Enter ↵ betätigen. Ohne Angabe eines neuen Namens wird der Name der verschobenen Datei/des verschobenen Verzeichnisses beibehalten.
- Das Speichermedium (erster Teil des Felds **nach**) durch Drücken der Funktionstaste Medium angeben. Ohne Angabe eines Zielmediums wird das gleiche Medium wie in der Quelle verwendet.
- Das Zielverzeichnis (letzter Teil des Felds **nach)** durch Wahl des unteren Teil des Fensters angeben. Das gewünschte Zielverzeichnis wählen und Enter ↵ betätigen.
- ***Versch*** (Verschieben) anwählen, um das Verschieben einzuleiten.

3.6 Ausdrucken von Dateien

- Die auszudruckende Datei auswählen.
- **Datei: Datei ausdrucken** auswählen.
- **OK** zum Starten des Ausdrucks auswählen.

4 Formatieren einer Diskette

Anmerkung: Beim Formatieren einer Diskette werden alle früher gespeicherten Informationen gelöscht.

- Anwahl von **Option: Formatieren...**.

Ein bestätigender Dialog erscheint.

- Wenn gewünscht, Diskette umbenennen und Enter ↵ drücken.
- ***OK*** anwählen, um das Formatieren einzuleiten.

5 Dateihierarchie

Der systeminterne Flash-Disk-Speicher (siehe Bild 7) beginnt in der obersten Ebene mit dem Flash-Disk-Hauptverzeichnis mit der Bezeichnung hd0a. In diesem Verzeichnis befinden sich drei Unterverzeichnisse (siehe Bild 8).

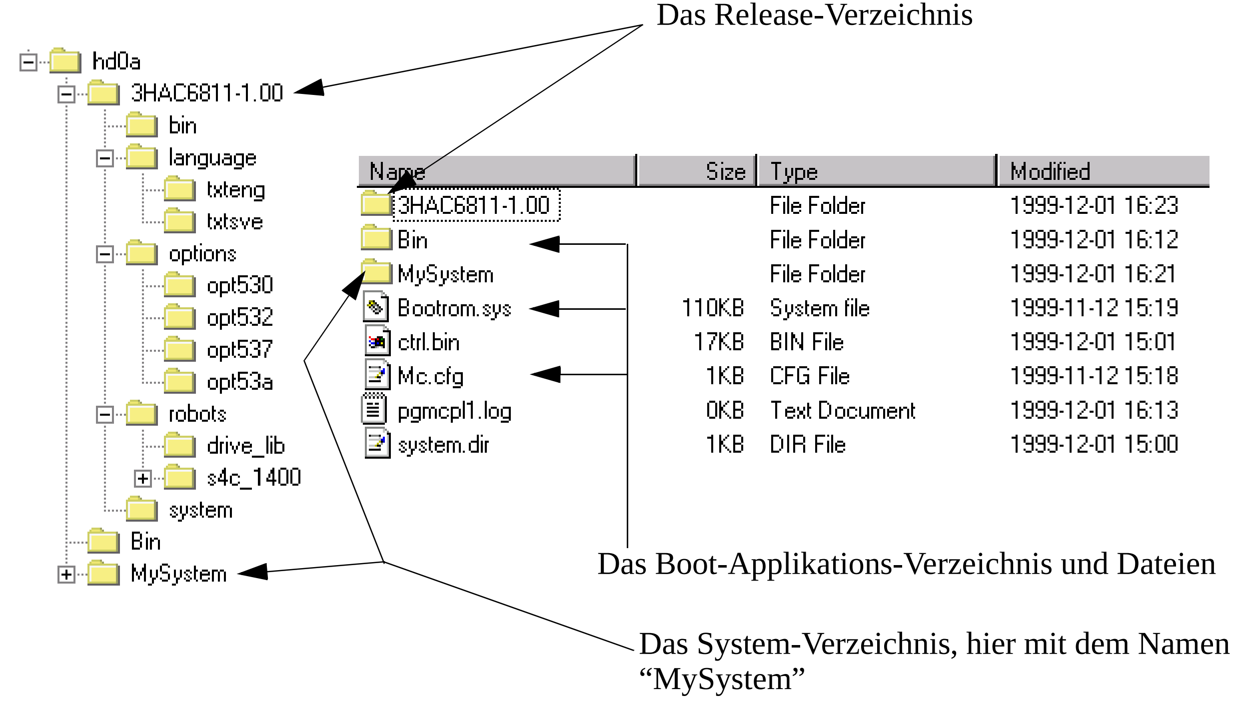


Bild 7 Die Dateihierarchie

Boot-Applikation	Die Boot-Applikation besteht aus zwei Dateien und einem Verzeichnis mit dem Namen BIN, die sich direkt unter root befinden. Die beiden Dateien, Bootrom.sys und MC.cfg, sind das Boot-Applikations-Programme und die Konfigurationen des Hauptcomputers. Sie stellen zusammen mit dem Verzeichnis BIN die Boot-Applikation dar, die in der Robotersteuerung läuft, wenn kein System installiert ist oder nach einem X-Start.
Release	Das Release-Verzeichnis beinhaltet alle Dateien, die für eine Installation notwendig sind. Mit diesen Dateien kann die Robotersteuerung die Rob-Ware-Applikation auf dem Programmiergerät starten.
System	Nach Abschluß der Installation der Robotsteuerung wird aus dem System-Verzeichnis das Arbeits-Verzeichnis (“Home”). Der Name des System-Verzeichnis, in diesem Fall *MySystem*, wird bei der Installation mit Hilfe von RobInstall festgelegt. Das System-Verzeichnis beinhaltet alle Anwender-Dateien, Anwender-Backup -Datein und System-Backup -Datein (image.bin).

Bild 8 Typische Struktur der systeminternen Flash-Disk

1 Einfache Materialhandhabung

1.1 Die Aufgabe des Manipulators

Der Manipulator übernimmt die Beschickung einer Maschine mit Werkstücken (siehe Bild 1).

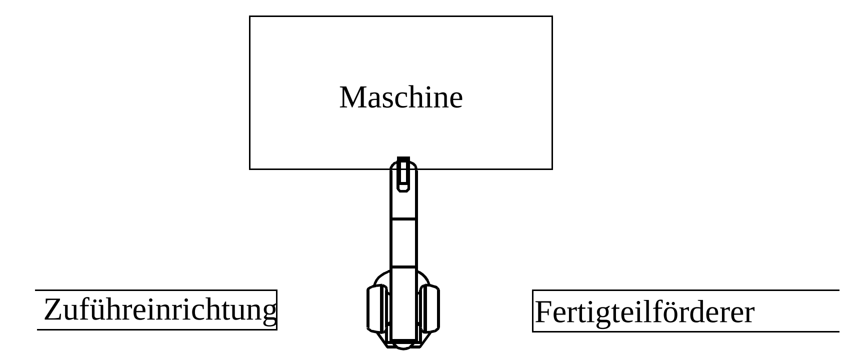


Bild 1: Der Manipulator legt ein Werkstück in die Maschine ein, das anschließend bearbeitet wird.

Zunächst entnimmt der Manipulator ein Werkstück von der Zuführeinrichtung und legt es in die Maschine ein, wo die Bearbeitung durchgeführt wird. Ist das Werkstück bearbeitet, führt es der Manipulator dem Fertigteilförderer zu.

Dieser Arbeitszyklus wird wiederholt, bis der Bediener die Produktion beendet.

1.2 Die haupt Routine

Die haupt Routine besteht aus einer Anzahl von Aufrufen, welche dem Handhabungszyklus des Manipulators entsprechen.

Routine *haupt*	Kommentar
hol_teil_ab;	Entnehmen des Teils aus einer Zuführeinrichtung
in_maschine;	Ablegen des Teils in der Maschine
bearbeitent;	Beginn der Bearbeitungsaufgabe
aus_maschine;	Entnehmen des Teils aus der Maschine
leg_teil_weg;	Ablegen des Teils auf dem Fertigteilförderer

1.3 Betätigung des Greifers

Der Manipulator ist mit einem Greifer für die Handhabung der Teile ausgerüstet. Ein Werkzeug *greif1* und der dazugehörige Werkzeugarbeitspunkt (TCP) wird hierfür definiert.

Die Steuerung des Werkzeugs erfolgt durch ein digitales Ausgangssignal mit der Bezeichnung *greifer*, welches in den Systemparametern definiert wird. Das L-Signal bedeutet, daß der Greifer das Teil festhält, und ein 0-Signal bedeutet, daß das Teil losgelassen wurde.

Außerdem werden die Lastdaten *last0* und *last1* definiert, welche die vom Greifer gegriffene Last beschreiben. Um die bestmögliche Leistung zu erreichen, ist immer die korrekte Last anzugeben.

Da während des Ablaufs eines Programms der Greifer mehrmals Teile greift und losläßt, ist es am besten, Routinen zu gestalten, die durch die haupt-Routine aufgerufen werden.

Routine *greif*	Kommentar
Set greifer;	Teil ergreifen.
WaitTime 0.3;	0,3 s warten.
GripLoad last1;	Angabe, daß sich eine Last im Greifer befindet.

Routine *lass_los*	Kommentar
Reset greifer;	Teil loslassen.
WaitTime 0.3;	0,3 s warten.
GripLoad last0;	Angabe, daß sich eine Last im Greifer befindet.

1.4 Entnahme eines Teils aus der Zuführeinrichtung

Ein Teil wird der Zuführeinrichtung entnommen. Da der Manipulator nicht direkt von der vorherigen Position (Fertigteilförderer) bewegt werden kann, erfolgt eine Simultanbewegung in die erste Position. Es wird dann eine lineare Bewegung verwendet, um eine gute Bahngenauigkeit zu erzielen.

Routine *hol_teil_ab*	Kommentar
MoveJ *, vmax, z50, greif1;	Schnelle Bewegung in die Nähe der Abholposition.
MoveL *, v1000, z30, greif1;	Sicherheitsposition über Teil anfahren.
MoveL *, v200, fine, greif1;	Langsam Greifposition anfahren.
greif;	Teil greifen.
MoveL *, v200, z30, greif1;	Sicherheitsposition über Teil anfahren.

1.5 Einlegen des Teils in die Maschine

Der Manipulator legt das Teil in die Maschine ein und verläßt den Arbeitsraum, damit die Maschine anfahren kann.

Routine *in_maschine*	Kommentar
MoveJ *, vmax, z50, greif1;	Schnelle Bewegung in Position außerhalb der Maschine.
MoveL *, v500, z10, greif1;	In die Maschine einfahren.
MoveL *, v200, fine, greif1;	Setzposition anfahren.
lass_los;	Teil loslassen.
MoveL *, v200, z30, greif1;	Sicherheitsposition über Teil anfahren.
MoveL *, v500, z30, greif1;	Sicherheitsposition über Maschine anfahren.

1.6 Start der Bearbeitungsaufgabe

Die Bearbeitung beginnt, sobald der Manipulator das Ausgangssignal *do1* abgibt. Mit Hilfe des Eingangssignals *di1* meldet die Maschine dem Manipulator, daß ein Teil bearbeitet wurde und zum Abholen bereit ist.

Routine *bearbeiten*	Kommentar
PulseDO do1;	Ausgangssignal zum Anlaufen der Maschine.
WaitDI di1, 1;	Auf das Bereitschaftssignal warten.

1.7 Entnehmen des Teils aus der Maschine

Der Manipulator entnimmt das Teil aus der Maschine.

Routine *aus_maschine*	Kommentar
MoveL *, v500, z10, greif1;	Zur Maschine bewegen.
MoveL *, v200, fine, greif1;	Abholposition anfahren.
greif;	Teil ergreifen.
MoveL *, v200, z30, greif1;	Sicherheitsposition über Teil anfahren.
MoveL *, v500, z30, greif1;	Position außerhalb der Maschine anfahren.

1.8 Ablegen des Teils auf dem Fertigteilförderer

Der Manipulator legt das Teil auf dem Fertigteilförderer ab.

Routine *leg_teil_weg*	Kommentar
MoveJ *, vmax, z30, greif1;	Schnelle eine Position in der Nähe des Fertigteilförderers anfahren.
MoveL *, v500, z30, greif1;	Position über dem Teil anfahren.
MoveL *, v200, fine, greif1;	Langsam in Setzposition anfahren.
lass_los;	Teil loslassen.
MoveL *, v200, z30, greif1;	Sicherheitsposition über Teil anfahren.

2 Materialhandhabung

2.1 Die Aufgabe des Manipulators

Der Manipulator wird für die Beschickung einer Maschine eingesetzt (siehe Bild 2).

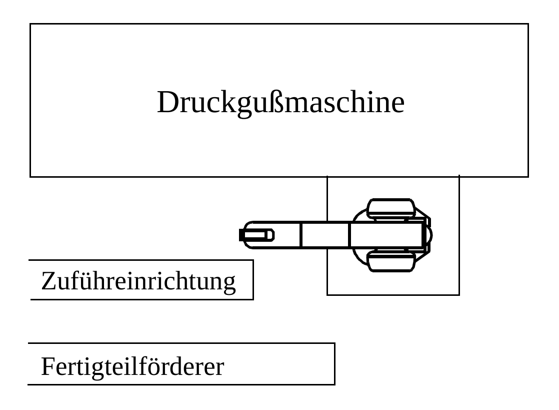


Bild 2: Der Manipulator beschickt eine Maschine.

Zunächst entnimmt der Manipulator ein Teil von der Zuführeinrichtung und legt dies in die Maschine ein. Sobald die Maschine bereit ist, ergreift der Manipulator das Teil und legt es auf dem Fertigteilförderer ab.

Der Arbeitszyklus wird wiederholt, bis der Bediener die Drucktaste “Stop Produktion” (Produktion stoppen) betätigt. Der Manipulator beendet dann den Zyklus, jedoch ohne Abholen eines neuen Teils von der Zuführeinrichtung.

Der Manipulator führt ein Protokoll über die Fertigungsstatistik. Auf der Anzeige des Programmiergeräts erscheint die Stückzahl der während des Tages gefertigten Teile und am Ende des Arbeitstages werden diese Angaben auf einer Diskette gespeichert, welche ein PC liest.

2.2 Die haupt Routine

Die haupt Routine besteht aus einer Anzahl von Aufrufen, welche dem Arbeitszyklus des Manipulators entsprechen.

Ein in den Systemparametern definiertes digitales Eingangssignal *prodstop* stellt fest, ob die Taste “Stop Produktion” (Produktion stoppen) betätigt wurde. Diese Taste bleibt bis zur erneuten Betätigung niedergedrückt.

Routine *haupt*	Kommentar
start_produktion;	Tagesproduktion einleiten.
WHILE Dinput(prodstop) = 0 DO	Wiederholung des Arbeitszyklus bis zum Betätigen der Taste.
hol_teil_ab;	Teil von der Zuführeinrichtung abholen.
in_maschine;	Teil in die Maschine einlegen.
bearbeiten;	Beginn des Bearbeitungsvorgangs.
aus_maschine;	Teil abholen.
leg_teil_weg;	Teil auf dem Fertigteilförderer ablegen.
add_teilezähler;	Fertigungsstatistik schreiben.
ENDWHILE	
stop_produktion;	Tagesproduktion beenden.

Die Routine *bearbeiten*, *aus_maschine* und *leg_teil_weg* sind in diesem Beispiel nicht enthalten.

2.3 Betätigung des Greifers

Ein Werkzeug *greif1* definiert den TCP und das Gewicht des Greifers. Diese Werkzeugdaten werden im Systemmodul USER definiert. Auf diese Weise bleibt das Werkzeug im Speicher, unabhängig welches Programm geladen wird.

Die Steuerung des Greifers erfolgt über elektrische bistabile Druckluftventile, was bedeutet, daß Greifen durch ein Signal und Lösen durch ein anderes gesteuert wird. Die Bezeichnung der Signale sind in den Systemparametern als *greifen* und *lösen* definiert. Ein weiteres L-Signal *greifok* bestätigt, daß der Greifer ein Teil festhält. Dieses Signal überprüft das korrekte Greifen des Teils.

Die Lastdaten *nutzlast* definieren, welche Last der Greifer festhält. Die bestmögliche Leistung wird durch korrekte Angabe der Last erreicht.

Da der Greifer das Teil mehrmals während eines Programms ergreift und losläßt, ist es vorteilhaft, eine Routine zu verwenden, die durch die haupt Routine aufgerufen werden kann. Beispiel:

Routine *greif_teil*	Kommentar
Reset lösen;	
Set greifen;	Teil greifen.
WaitTime 0.5;	0,5 s warten.
IF DInput(greifok)=0 THEN	Wenn Fehler (kein Teil im Greifer) ...
TPWrite "FEHLER: Kein Teil im Greifer";	Fehlermeldung auf dem Programmiergerät schreiben.
EXIT;	Programmablauf beenden.
ENDIF	
GripLoad nutzlast;	Angabe, daß eine Last vorhanden ist.

Die Routine *lösen_teil* ist in diesem Beispiel nicht enthalten.

2.4 Produktion starten

Bevor die eigentliche Produktion gestartet wird, ist der Zähler (*reg1*) für die Anzahl des während des Tages gefertigten Teile auf Null zu stellen. Der Manipulator fährt dann seine Ausgangslage an.

Routine *start_produktion*	Kommentar
reg1 := 0;	Zähler rückstellen.
MoveJ grundst, v500, fine, greif1;	Ausgangsposition anfahren.

In diesem Beispiel sind alle Positionen (d.h. *grundst* oder *p1*) bezeichnet. Sie werden als separate Positionsdaten gespeichert und können deshalb für spätere Anwendungen wieder aufgerufen werden. Es ist jedoch häufig genauso leicht, die Positionen direkt in den Anweisungen zu speichern (dies wird durch ein * in der Anweisung angegeben).

2.5 Abholen des Teils von der Zuführeinrichtung

Bevor der Manipulator das Teil abholt, muß der er prüfen, ob sich ein Teil in der Entnahmeposition befindet. Dies erfolgt mit Hilfe einer Fotozelle (über das Signal *transport*). Diese meldet dem Manipulator, ob sich ein Teil in der Entnahmeposition befindet oder nicht. Wenn kein Teil vorhanden ist, geht eine Meldung an den Bediener, der vor dem erneuten Programmablauf den Fehler beseitigen muß.

Routine *hol_teil_ab*	Kommentar
WHILE DInput(transport) = 0 DO	Prüfen, ob sich ein Teil in der Entnahmeposition befindet.
TPErase;	Wenn nicht, Programmiergerät
TPWrite "FEHLER: Kein Teil zugeführt";	löschen und Fehlermeldung schreiben.
TPWrite "";	Dann auf das vom Bediener gegebene Startsignal warten.
TPReadFK reg2, "Teil zuführen und Start betätigen", "Start", "", "","","";	
ENDWHILE	
MoveJ p1, vmax, z50, greif1;	Schnelle Bewegung in Sicherheitsposition über dem Teil.
MoveL p2, v100, fine, greif1;	Greifposition anfahren.
greif_teil;	Teil greifen.
MoveL p1, v200, z30, greif1;	In die Sicherheitsposition über dem Teil fahren.

2.6 Einlegen des Teils in die Maschine

Der Manipulator legt das Teil in die Maschine ein und verläßt den Arbeitsbereich, so daß die Bearbeitung beginnen kann. Häufig erfolgt eine Kommunikation zwischen Manipulator und Maschine, um andere Punkte zu klären; zum Beispiel, ob die Maschine geöffnet wurde. Diese Prüfung ist im nachstehenden Beispiel nicht enthalten.

Routine *in_maschine*	Kommentar
MoveJ p3, vmax, z50, greif1;	Schnelle Bewegung in eine Position außerhalb der Maschine.
MoveL p4, v500, z10, greif1;	In die Maschine einfahren.
MoveL p5, v100, fine, greif1;	Löseposition anfahren.
lösen_teil;	Teil loslassen.
MoveL p4, v200, z30, greif1;	Sicherheitsposition über dem Teil anfahren.
MoveL p3, v500, z50, greif1;	Position außerhalb der Maschine anfahren.

2.7 Schreiben der Fertigungsstatistik

Auf dem Programmiergerät erscheint die Anzahl, der während des Tages gefertigten Teile.

Routine *add_teilezähler*	Kommentar
reg1 := reg1 +1;	Zähler für gefertigte Teile inkrementieren.
TPErase;	Anzeige löschen.
TPWrite "";	Ein paar leere Zeilen.
TPWrite "";	
TPWrite "Anzahl der gefertigten Teile = " \Num:=reg1;	Anzahl der Teile.

2.8 Beendigung der Tagesproduktion

Nachdem der Bediener die Taste “Stop Produktion” (Produktion stoppen) betätigt und der Manipulator einen Zyklus beendet hat, wird dieser in die Ausgangslage bewegt. Außerdem werden die Zahlen der Tagesfertigung auf eine Diskette geschrieben (Datum gefolgt von der Anzahl der gefertigten Teile).

Routine *stop_produktion*	Kommentar
MoveJ home, v500, fine, greif1;	In Ausgangslage bewegen.
Open "flp1:" \File:="logfile.doc", file\Append;	Datei zum Schreiben eröffnen.
Write file, CDate() \Num:=reg1;	Auf Datei schreiben.
Close file;	Datei schließen.
Stop;	Programmablauf stoppen.

Bevor eine Datei eröffnet werden kann, müssen die Daten *file* durch den Datentyp *iodev* angelegt werden. Der wirkliche Name der Datei ist *logfile.doc*.